

**DISEÑO INSTALACIONES ELECTRICAS
NUEVA SEDE RECOLLANTAS LTDA**

ALEXANDER DE LA CRUZ QUIÑONES

Pasantia para optar al titulo de

Ingeniero Eléctrico

Director

HECTOR GERMAN PANTOJA OLAVE

Ingeniero eléctrico

Director

HENRRY MAYA SALAMANCA

Ingeniero eléctrico

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA Y MECANICA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la universidad autónoma de occidente para optar al título de Ingeniero eléctrico

HENRRY MAYA SALAMANCA
Director

HECTOR GERMAN PANTOJA OLAVE
Director

Santiago de Cali, Febrero 20 de 2006

AGRADECIMIENTOS

Al arquitecto Luis Alfredo Mora quien realizo el diseño estructural y sobre el cual se trabajo para realizar el diseño de las instalaciones eléctricas, junto con el Gerente de la empresa Ingeniero mecánico Álvaro Alfredo Pantoja Olave, quien decidió donde se encontraran las maquinas, el director empresarial Ingeniero eléctrico Héctor German Pantoja Olave quien dio las directrices, orientación e ideas del diseño, el director académico Ingeniero eléctrico adscrito al departamento de Energética y Mecánica Henry Maya Salamanca quien oriento el proyecto hacia la mejor práctica y presentación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRICO	12
1.1 TABLEROS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCION	12
1.1.1 Características básicas.	13
1.2 INTERRUPTORES AUTOMATICOS	14
1.2.1 Interruptores termo magnéticos en caja moldeada de 15 a 600 amp.	14
1.2.2 Interruptores termo magnéticos enchufables para uso en tableros Eléctricos.	15
1.3 SISTEMA DE PUESTAS A TIERRA	18
1.4 TUBERÍA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19
1.5 ILUMINACION	20
1.5.1 Diseño.	20
1.5.2 Instalación.	20
1.5.3 Luminarias para lámparas T8.	22
1.5.4 Luminarias para suspender ó sobreponer emisión directa para Lámparas T8.	23
1.5.5 Tubo fluorescente T8 ahorradora de energía.	23
1.5.6 Balasto.	24
1.6 ALAMBRES Y CABLES	25
1.7 DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES (TVSS o DPS)	25
1.8 INTERRUPTORES MANUALES	27
1.9 CLAVIJAS Y TOMACORRIENTES	27
2. CALCULOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRICO	28
2.1 CONDUCTORES	28
2.1.1 Calculo de la acometida.	29
2.1.2 Calculo del porcentaje de regulación.	32
2.1.3 Rotulado.	32
2.2 CALCULO DE LUMINACION INTERIOR	34
2.2.1 Método de la IES.	34
2.2.2 Distribución de la iluminación.	47
2.3 CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)	51
2.3.1 Escogencia del conductor.	51
2.3.2 Verificación del conductor por el criterio de fusión.	52
2.3.3 Definición del área disponible.	52
2.3.4 Calculo de constantes.	53
2.3.5 Longitud mínima de la malla.	54
2.3.6 Calculo de valor de la resistencia.	54
2.3.7 Verificación de voltajes de paso y de toque valores calculados.	54

2.3.8 Hoja de cálculo malla tierra.	55
2.4 TRANSFERENCIA ELECTRICA	57
2.4.1 Descripción.	57
2.4.2 Beneficios.	58
2.4.3 Modelos.	58
2.4.4 Modos de operación.	59
2.4.5 Selección de la transferencia.	62
3. PLANOS INSTALACIONES ELECTRICAS	63
4. CUADROS DE CARGAS	67
4.1 TABLERO PRINCIPAL DE 42 CTOS. TRIFASICO DE RED NORMAL RECOLLANTAS TP1	68
4.2 TABLERO DE 6 CTOS. MONOFASICO DE RED REGULADA TR1	69
5. CANTIDAD DE OBRA SISTEMA ELECTRICO PLANTA RECOLLANTAS	70
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ficha técnica.	17
Tabla 2. Niveles de iluminancia.	21
Tabla 3. Características de las luminarias.	23
Tabla 4. Código de Colores para conductores.	29
Tabla 5. Reflejangias reales de distintos colores y materiales para la luz blanca.	40
Tabla 6. Categoría de mantenimiento de las luminarias.	46
Tabla 7. Espaciamientos recomendados entre luminarias.	50
Tabla 8. Datos Iluminación.	50
Tabla 9. Resultados de cálculo malla tierra.	55
Tabla 10. Dimensiones de las transferencias.	61
Tabla 11. Cargas por equipos.	67
Tabla 12. Tablero principal red normal Recollantas.	68
Tabla 13. Tablero red regulada Recollantas.	69
Tabla 14. Lista de materiales red normal y regulada Recollantas.	70
Tabla 15. Lista de materiales sistema de iluminación planta Recollantas.	71
Tabla 16. Características de las lámparas más usadas.	73
Tabla 17. Porcentaje de Reflejangias de Calidad de Techo y de Piso para Varias combinaciones de Reflejangias.	76
Tabla 18. Coeficientes de utilización (cu), criterios de espaciamientos (sc) y categorías de mantenimiento (saint). cat.) de luminarias típicas.	78
Tabla 19. Factores multiplicadores para reflejangias efectivas de cavidad de piso diferentes al 20% (cu corregido).	80
Tabla 20. Depreciación por polvo en la luminaria (LDD) (para seis categorías de luminarias y cinco condiciones de suciedad).	81
Tabla 21. Depreciación por polvo en las superficies de la habitación (RSDD).	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tablero eléctrico de distribución.	13
Figura 2. Interruptor termo magnético en caja moldeada.	15
Figura 3. Interruptor termo magnético enchufable.	16
Figura 4. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas.	19
Figura 5. Luminarias para lámparas T8.	22
Figura 6. Tubos fluorescentes T12 – T8.	24
Figura 7. Montaje de los DPS.	26
Figura 8. Esquema de transferencia automática.	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tablas.	73
Anexo B. Hojas de cálculo luminarias.	83
Anexo C. Paper.	91

LISTA DE PLANOS

	Pág.
Plano 1. Diagrama unifilar acometida Recollantas.	31
Plano 2. Planta eléctrica, sistema de iluminación, Recollantas.	63
Plano 3. Planta eléctrica, tomas normales y red regulada, Recollantas.	65

RESUMEN

El Diseño instalaciones eléctricas nueva sede Recollantas Ltda. Consiste en investigación sobre la empresa Tomando como referencia los datos que se obtuvieron del actual sitio de trabajo de la empresa y los requerimientos eléctricos que se deben tener en cuenta para los equipos, las cosas que el gerente quiere especiales en cuanto a la distribución de las maquinas y las normas establecidas en el código eléctrico colombiano y Retie para cumplirlas dentro del diseño y así poder obtener los servicios del operador de red de Emcali E.S.P. además de realizar todos los cálculos requeridos aplicando el conocimiento adquirido en la universidad y llevar esto a la elaboración del plano de instalaciones eléctricas, por ultimo se realizo la lista de los materiales

El diseño consta de recepción, Oficinas, Cocina, Baños, Pasillo, Planta de procesos en primer piso, Cuarto para fabricación de parches y almacén en el segundo piso. El suministro lo hará la empresa de energía de Cali Emcali E.S.P como funciona actualmente formada por cuatro conductores (tres fases y neutro), la tensión de servicio Será de 120-208 V y 60 Hz; con un histórico de consumo de energía de la empresa de 900Kw/h.

INTRODUCCIÓN

La empresa me designo para realizar el diseño de las instalaciones eléctricas y así poder optar al título de ingeniero eléctrico por medio de la pasantía, aportando el conocimiento, investigación y la buena disposición a este proyecto el cual consiste en entregar los planos de las instalaciones eléctricas y para llegar a esto primero tuve que pasar por la recopilación de información, investigación de las normas, cálculos y por ultimo llevar todo a los planos.

El proyecto Diseño Instalaciones Eléctricas Nueva Sede Recollantas Ltda. llevara al mejoramiento y progreso de la empresa además de poder brindarle a sus clientes y trabajadores un lugar más amplio y con unas instalaciones adecuadas para el trabajo, con el diseño eléctrico que se llevo a cabo se podrán corregir algunas de las faltas que se tienen en este momento en la parte eléctrica e iluminación de la empresa haciendo del trabajo una labor mas cómoda y eficiente

1. MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRICO

Teniendo en cuenta las Normas Técnicas Nacionales para las instalaciones eléctricas, se enumeran a continuación, las especificaciones técnicas necesarias para el Sistema Eléctrico De La Nueva Sede Recollantas Ltda.

1.1 TABLEROS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCION

Todos los tableros eléctricos o los paneles de maniobra y control, DEBEN cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 3475, NTC 3278, NTC IEC-60439-3 y NTC 2050 Sección 384, comprobables a partir del examen comparativo contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tales normas. (RETIE, Capítulo 2 Requisitos Esenciales, Artículo 17º, Parágrafo 9)

Un tablero general de acometidas auto soportado (tipo armario), debe ser construido en lámina de acero y reforzado con perfiles angulares en cada esquina, puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases y de tensión entre fases y entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia). Su espesor y acabado deben resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad. También deben tener protección contra la corrosión. Tanto el cofre como su tapa deben ser del mismo material metálico y deben pintarse; debe tener bisagras para facilitar su cierre. Los compuestos utilizados para la elaboración de las pinturas a emplearse no deben tener en su composición química TGIC (triglicidilisocianurato).

Figura 1. Tablero eléctrico de distribución.



Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. 1 folleto.

1.1.1 Características básicas. El nivel de aislamiento del tablero supera lo establecido en la norma, Para uso en sistemas AC.

- Servicio en circuitos monofásicos, bifásicos y trifásicos (2/3 fases y 3/5 hilos).
- Barraje en aluminio estañado de alta pureza con contactos integrados, de 2 - 42 polos, para 225 A máximo.
- Barra de neutro con 50% más de terminales, que simplifican el cableado.
- Separadores de fase NORYL, garantizan la capacidad de cortocircuito para un más amplio rango de humedad y temperatura.
- Interior removible para pintar y evitar robos.
- Para uso con interruptores "plug-on" Tipo Home.
- Caja tipo Nema 1, para uso interior, Para sobreponer y empotrar.
- Caja en Lámina fosfatada para evitar la corrosión.
- Pintura en polvo epóxica poliéster aplicada con pistola electrostática. Color beige- duna RAL 7032.
- Knock-outs de 1/2" hasta de 2 1/2"
- Barras de neutro y tierra en aluminio estañado (cumple Norma) capacidad de cortocircuito de 10KA.

- Capacidad de instalar kit's de tierra adicionales, permiten escoger el punto más fácil de cablear.
- Tortillería en recubrimiento galvánico.
- Terminales principales en aluminio #4-300 (AWG/Kcmil).
- Tapas plásticas cubre-polos.
- Tapas con esquinas redondeadas evitan accidentes.
- Kit de barra de tierra aislada.

1.2 INTERRUPTORES AUTOMATICOS

Los interruptores automáticos deben cumplir con las siguientes prescripciones, adoptadas en las normas colombianas dadas en La NTC 2116, NTC-IEC 947-2 y UL 489, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables en tales normas (RETIE, Capítulo 2 Requisitos Esenciales, Artículo 17º, Parágrafo 7.2.)

1.2.1 Interruptores termo magnéticos en caja moldeada de 15 a 600 amp.

Los interruptores deben ser de muy alto desempeño, para proteger las instalaciones eléctricas que no necesiten elevadas capacidades de ruptura.

- Corriente nominal de 15 a 600 Amp.
- Tensión de aislamiento hasta 690 VAC
- Tripolar
- Unidades de disparo fijas
- Pueden ser colocados cuando el interruptor está instalado. Disponibles según el modelo del interruptor:
- Bobina de disparo (MX)
- Bobina de mínima tensión (MN)
- Contacto auxiliar (OF)
- Contacto de disparo eléctrico por falla (SDE)
- Accesorio para fijación en riel DIN

Una palanca de accionamiento indicara las tres posiciones: abierto, cerrado o disparado.

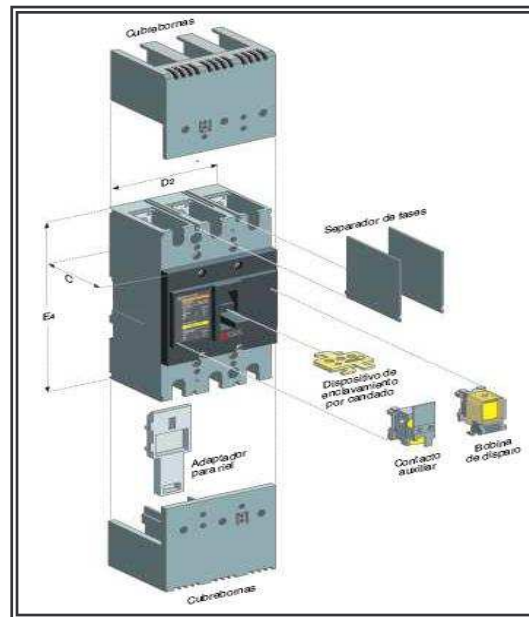
El valor de la corriente nominal y el botón de prueba de apertura deben ser visibles.

El Mecanismo de disparo libre, debe asegurar la apertura simultánea de los tres contactos de fuerza aún cuando la palanca de accionamiento se encuentre trabada en la posición cerrada.

La alimentación de los interruptores se puede hacer por los terminales inferiores sin comprometer las características técnicas del interruptor.

La palanca de accionamiento del interruptor pasará a la posición abierta solamente si los tres contactos de potencia están realmente abiertos. Los interruptores deben poseer terminales, con un orificio roscado, que son apropiados para la conexión de barras o cables con terminales para fijación por tornillo, la instalación es por medio de dos tornillos, o Sobre el riel DIN ().

Figura 2. Interruptor termo magnético en caja moldeada.



Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. 1 folleto.

1.2.2 Interruptores termo magnéticos enchufables para uso en tableros

Eléctricos. Son diseñados para instalaciones de 120-240 Voltios y una capacidad interruptiva de 10.000 Amperios a 240 Voltios.

Protección instantánea de apertura rápida en caso de cortocircuitos, los cuales son comunes en conexiones poco firmes o por conductores con aislamiento envejecido. Esta protección de apertura rápida reduce a un mínimo los peligros de incendios o lesiones al personal. Los bipolares tienen una palanca de operación común que activa simultáneamente todos los polos.

El mecanismo de disparo termo magnético opera independientemente del mecanismo de conexión, por lo tanto aún sujetando la palanca en la posición “ON”, en caso de falla, el mecanismo interno de disparo abre sus contactos.

Figura 3. Interruptor termo magnético enchufable.



Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. 1 folleto.

Tabla 1. Ficha técnica.

HOM enchufables		
Amp.	Monopolar 120/240 Vac	Bipolar 120/240 Vac
15	HOM115	HOM215
20	HOM120	HOM220
30	HOM130	HOM230
40	HOM140	HOM240
50	HOM150	HOM250
60		HOM260
70		HOM270
80		HOM280
90		HOM290
100		HOM2100

HOM protección falla a tierra		
Amp.	Monopolar 120/240 Vac	Bipolar 120/240 Vac
15	HOM115 GFI	HOM215 GFI
20	HOM120 GFI	HOM220 GFI
30		HOM230 GFI
40		HOM240 GFI

Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. 1 folleto.

1.3 SISTEMA DE PUESTAS A TIERRA

Toda instalación eléctrica, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso o de contacto que superen los umbrales de soportabilidad, cuando se presente una falla.

Los objetivos de un SPT son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

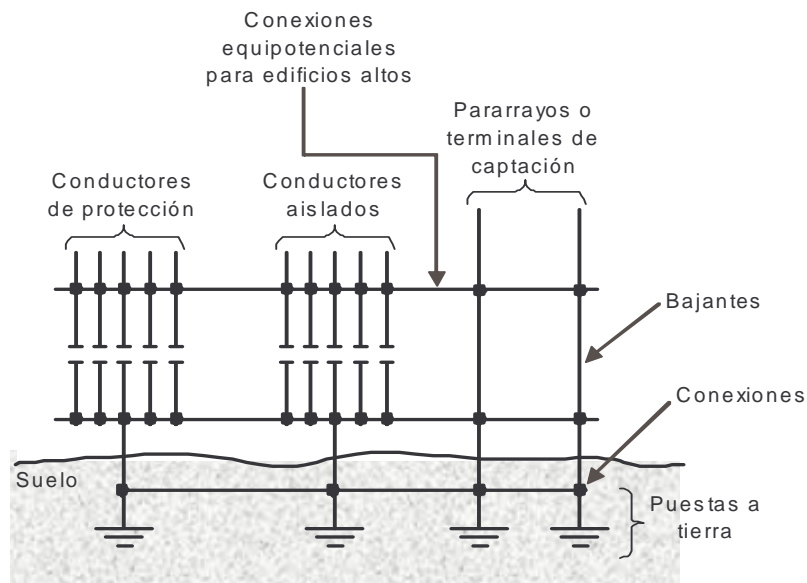
- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- En algunos casos, servir como conductor de retorno.
- Transmitir señales de RF en onda media.

Se debe diseñar el sistema de puesta a tierra, mediante el empleo de un procedimiento de cálculo reconocido por la práctica de la ingeniería actual, para que los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto aplicadas al ser humano, de la instalación proyectada, no superen los umbrales de soportabilidad; para ello se debe seguir el siguiente procedimiento básico:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el Operador de Red para cada caso particular.
- Determinación del tiempo máximo de despeje de la falla por los dispositivos de protección, sin que sobre pase 0,15 segundos.
- Investigación del tipo de carga.
- Cálculo preliminar de la resistencia de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en la instalación.
- Evaluar el valor de las tensiones de paso y contacto calculadas con respecto a la soportabilidad del ser humano.
- Investigar las posibles tensiones transferidas al exterior, debidas a tuberías, mallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización, además del estudio de las formas de mitigación.
- Ajuste y corrección del diseño inicial hasta que se cumpla los requerimientos de seguridad.
- Diseño definitivo.

Cuando por requerimientos de una edificación o inmueble existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la siguiente figura.

Figura 4. Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas.



Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas. Santa Fe de Bogotá D.C: RETIE, 2004. p. 45.

1.4 TUBERÍA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las tuberías, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas, deberán cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera actualización. Adicionalmente deben cumplir los siguientes requisitos:

- En inmuebles de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas flexibles deben ir ocultas dentro de cielos rasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.
- No se permite el uso de tubería eléctrica flexible no metálica como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, para tensiones mayores de 600 V y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.
- No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a golpes ni a la luz solar directa.

- No se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas (canaletas no metálicas) en instalaciones ocultas, donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las de la canalización y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.
- En toda instalación bajo piso o en ambientes húmedos, la tubería permitida para dichos usos debe estar protegida contra la corrosión.

(RETIE, Capítulo 2 Requisitos Técnicos Esenciales, Artículo 17º, Parágrafo 11; NTC 2050 Sección 345. Tubo Metálico Rígido (RMC) Partes A y B.; NTC 2050 Sección 346. Tubo Metálico Intermedio (IMC) Partes A y B.)

1.5 ILUMINACION

El sistema de iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Teniendo en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, es importante establecer los requisitos mínimos para realizar sistemas de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

1.5.1 Diseño. El diseño de un sistema de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

1.5.2 Instalación. Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.

- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia
- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 90 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

- Para efectos del Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas (RETIE, Capítulo 2, Artículo 16) fue necesario tener en cuenta los siguientes niveles de iluminancia, para este proyecto en particular, adoptados de la Norma ISO 8995.

Tabla 2. Niveles de iluminancia.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Min.	Med.	Max.
Áreas generales en las construcciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños.	100	150	200
Almacenes, bodegas.	100	150	200
Talleres de ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de Motores y carrocerías de automóviles	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000

Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas. Santa Fe de Bogotá D.C: RETIE, 2004. p. 52.

Teniendo en cuenta la tabla anterior, es necesario contar con una excelente luminaria, a continuación se citan algunas de las características técnicas que deben cumplir estas.

1.5.3 Luminarias para lámparas T8 (almacén de materiales, bodega).

Utilizadas en plantas químicas, Refinerías, Gasolineras y salas de manejo de Gases algunas de sus características son:

- Cuerpo Poli carbonato preferiblemente inyectado resistente al impacto, estabilizado contra rayos UV, auto extingible.
- Reflector: Parabólico de poli carbonato inyectado, estabilizado contra rayos UV, auto extingible acabado aluminado brillante.
- Difusor: Poli carbonato transparente altamente resistente al impacto.
- Broches: Acero inoxidable.
- Empaque: Poliuretano expandido, aplicado en forma líquida.
- Grado de Protección: IP66, Clase I, División 2
- Voltaje: 127 VCA, 60 Hz
- Equipo eléctrico: Balastro electrónico de bajas pérdidas
- Montaje: Suspendido con los accesorios adecuados ó para sobreponer en techo

Figura 5. Luminarias para lámparas T8.



Iluminaciones Técnicas. Santiago de Cali, 2002. 1 folleto.

Tabla 3. Características de las luminarias.

Potencia W	Dimensiones (mm)				Lámpara
	L	B	H	I	
2x14	670	170	95	475	T5
2x24	670	170	95	475	T5
2x28	1280	170	95	660	T5
2x54	1280	170	95	660	T5
2x17	670	170	95	475	T8
2x32	1280	170	95	660	T8

Iluminaciones Técnicas. Santiago de Cali, 2002. 1 folleto.

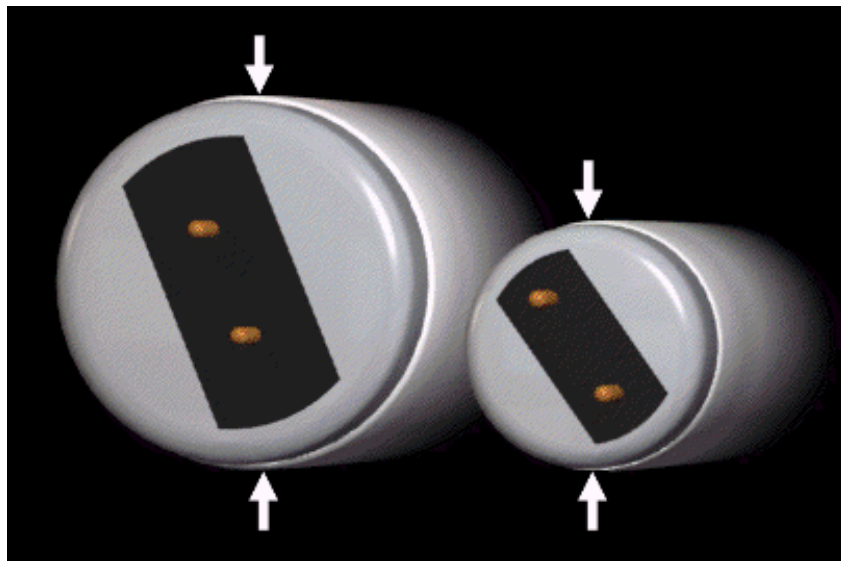
1.5.4 Luminarias para suspender ó sobreponer emisión directa para Lámparas T8 (oficinas, áreas comunes, salas de espera). Utilizadas en oficinas, Aulas, Pasillos, Áreas Comunes y Salas de espera algunas de sus características son:

- Cuerpo: Lámina de acero acabado con pintura poliéster de aplicación electrostática
- Cabeceras: Poli carbonato inyectado auto extingible, forma redonda ó cuadrada
- Reflector: Parabólico de poli carbonato inyectado, estabilizado contra rayos UV, auto extingible acabado aluminado brillante
- Difusor: Acrílico opalino (Z) ó transparente.
- Grado de Protección: IP40
- Voltaje: 127 VCA, 60 Hz.
- Equipo eléctrico:
- Balastro electrónico de bajas pérdidas.
- Montaje: Suspendido con los accesorios adecuados ó para sobreponer en techo

1.5.5 Tubo fluorescente T8 ahorrador de energía. Los tubos fluorescentes han conconstituido una gran parte de la iluminación comercial, y han sido utilizados muy comúnmente los denominados tubos fluorescente T-12, o de 38 mm de diámetro, que se deberían utilizar actualmente sólo para reposiciones o ciertas aplicaciones especiales. El tubo fluorescente T-8, o de 26 mm de diámetro, o TUBO AHORRADOR, se encuentra en el mercado como una nueva generación con el mismo flujo luminoso y un 10% menos de consumo de energía. Además tienen menos peso y facilitan su manejo y almacenamiento

Posee además un mejor Índice de reproducción cromática: 8, mientras el tubo T-12 convencional maneja un IRC 7, lo que mejora la definición de colores.

Figura 6. Tubos fluorescentes T12 – T8.



Lámparas Silvana. Santa Fe de Bogotá D.C, 2000. 1 folleto.

Es un tipo de bombilla ultra-compacta con un balasto electrónico integrado y casquillo. Sus componentes electrónicos le permiten un encendido rápido, estable y silencioso, es decir, no necesita arrancador. Puede utilizarse en cualquier instalación de bombillas corrientes, ya que su rosca es estándar.

Están diseñados para reemplazar bombillas incandescentes de 60w, 75w, 90w, y 100w con el gran beneficio de ahorro de energía reduciendo el consumo en un 75% manteniendo el mismo nivel luminoso producido por las bombillas corrientes.

1.5.6 Balasto. El balasto es un elemento eléctrico capaz de limitar la corriente eléctrica que circula a través de una lámpara fluorescente, dándole los valores de tensión y de corriente necesarias para que la lámpara opere correctamente, Existen dos tipos de balastos los magnéticos y electrónicos.

- **Los balastos magnéticos**, son aquellos contruidos con chapas de hierro y alambre de cobre (similar a un transformador eléctrico)

- **Los balastos electrónicos**, compuestos por materiales de estado sólido.

Existen diferencias entre uno y otro, siendo éste último el que se aplica a los sistemas eficientes de iluminación, ya que presenta ventajas de detallaremos adelante.

1.6 ALAMBRES Y CABLES

Considerando que para cualquier instalación eléctrica, los conductores son de vital importancia, sin importar el nivel de tensión que estos manejen, se establecen los parámetros relacionados con los conductores (RETIE, CAPITULO 2, Artículo 17, párrafo 1).

Se toman requisitos esenciales y en consecuencia como garantía de seguridad, el rotulado, la resistencia eléctrica en corriente continua, el área mínima, la denominación del conductor, la carga mínima de rotura de las líneas aéreas y el espesor y resistencia mínima de aislamiento.

Así queda por entendido que quien importen, fabriquen, instalen o comercialicen alambres y cables que no cumplan estas prescripciones, infringen el reglamento Técnico. Por lo tanto cuando se especifique un cable o alambre en AWG o Kcmil debe cumplir con los requisitos que aparecen en dicho artículo del RETIE. (Referirse también a la NTC 2050, sección 230, sección 230-430 y sección 310)

NOTA: Todos los conductores se dimensionaron teniendo en cuenta una reserva del 25% y el respectivo derrateo de su capacidad cuando por una canalización pasan mas de 3 Conductores Portadores de Corriente (FASES), Según Tabla b 310-11 de la NTC2050 (esta tabla se puede encontrar en el anexo A de este documento en la pagina 83)

1.7 DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES (TVSS o DPS)

Todo equipo eléctrico de transmisión y distribución debe tener una protección contra sobre tensiones transitorias, pues el impacto que tiene la pérdida de energía en grandes bloques, hace que sea indispensable instalar un dispositivo

asociado a cada equipo, bien sea que se trate de transformadores, líneas, cables subterráneos, etc. Los dispositivos de protección contra sobre tensiones transitorias deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

El nivel de tensión de protección de la red donde se instale el DPS debe ser menor o igual al 50% del BIL del equipo a proteger.

En caso de explosión el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes, bien sea por medio de una válvula de sobre presión o por la clase de materiales que se empleen.

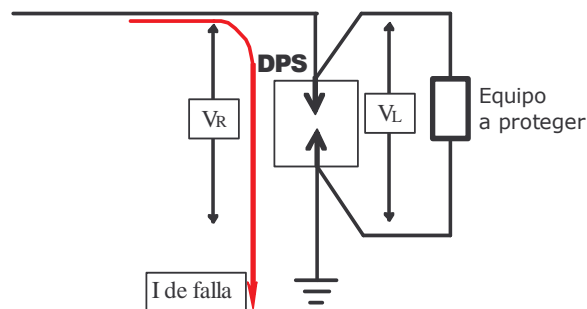
Bajo ninguna condición, los materiales constitutivos del DPS deben entrar en ignición.

El DPS no debe operar con frecuencia nominal del sistema, ni en condiciones de estado estable, ni en condiciones de sobre tensiones temporales a esta frecuencia.

Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que las distancias entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger deben ser tales que la inductancia a alta frecuencia sea la menor posible; esto se logra con longitudes de cable muy cortas o con aumento de su sección.

En la siguiente figura se expone en forma gráfica el correcto montaje de los dispositivos de protección contra sobre tensiones transitorias (DPS). Se debe buscar siempre que la tensión de reacción del DPS (V_R) sea la misma de la carga (V_L). (RETIE, Capítulo 2 Requisitos Esenciales, Artículo 17º, Parágrafo 6)

Figura 7. Montaje de los DPS.



1.8 INTERRUPTORES MANUALES

Para efectos del cumplimiento del reglamento técnico, los interruptores para propósitos generales, operados manualmente y con tensión nominal no superior a 260 v (entre fases) y una corriente no mayor a 63 A, deben cumplir con las normas adoptadas en la NTC 1337 e IEC.60669-1, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables en dichas normas.

- Los interruptores para control de aparatos deben especificarse a la corriente y tensión normales del equipo.
- Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor neutro.
- En ambientes especiales clasificados (peligrosos) deben usarse interruptores a prueba de explosión.
- Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.

1.9 CLAVIJAS Y TOMACORRIENTES

Dando cumplimiento al presente reglamento técnico, las tomas y clavijas deben cumplir los requisitos adoptados de las normas NTC-1650 e IEC 60884-1, comprobados a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables en tales normas:

- Los tomacorrientes instalados en sitios húmedos deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA).
- Los contactos macho (clavija) y hembra(tomacorriente) deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica
- Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados los polos de las fases mediante letras, así como los terminales de neutro y tierra.

2. CALCULOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRICO

2.1 CONDUCTORES

Conductor es aquel elemento de una instalación eléctrica conformado por Hilos metálicos los cuales están diseñados para la Transmisión de Electricidad. De acuerdo al nivel de tensión que estos manejan, se clasifican en dos tipos:

- **Media Tensión:**

Estos se consideran en ACSR para las líneas aéreas y el XLPE para acometidas subterráneas. Su construcción de acuerdo a su calibre se determina por el número de hilos que tiene cada conductor y su respectiva área

- **Baja Tensión:**

Básicamente los aislantes termoplásticos más empleados son:

- Clase T: que es un aislante no inflamable y de uso para casos en que la temperatura no supere los 60 °C.
- Clase TW: resistente a la humedad, no inflamable y de uso permitido si no se somete a temperaturas mayores de 60 °C.
- Clase THW: resistente al calor y la humedad, no inflamable y de uso permitido si no se somete a temperaturas mayores de 75 °C.
- Clase THWN: resistente al calor y a la humedad y de uso permitido cuando no este sometido a una temperatura superior a 75 °C. Posee cubierta de nylon.
- Los conductores (alambres y cables mono o multipolares con aislante o termoplástico deben identificarse de acuerdo al color del aislante.

La tabla siguiente indica el uso del conductor, de acuerdo al color de su aislante como lo exige la norma NTC 2050.

Tabla 4. Código de Colores para conductores.

SISTEMA	MONOFASICO		ESTRELLA		(-)DELTA	DELTA	
Tensión (V)	120	120/240	208/120	460/277	240/208/120	240	480
Fases	1	2	3	3	3	3	3
Neutro	1	1	1	1	1	N/A	N/A
Fases	Negro	Negro	Amarillo	Amarillo	Negro	Negro	Amarillo
		Rojo	Azul	Naranja	Naranja	Azul	Naranja
			Rojo	Café	Azul	Rojo	Café
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	Gris	Blanco	Blanco	Blanco
Tierra de protección	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo

2.1.1 Calculo de la acometida. El calibre de la acometida esta determinado por la corriente de demanda del sistema que se va alimentar, la cual esta determinada por el producto entre la corriente a Instalada y el factor de demanda, como lo expresa la siguiente ecuación.

$$I_{demanda} = F_{demanda} * I_{instalada}$$

Este último se determina de acuerdo a la caracterización del sitio al cual se le prestara el servicio de energía, en términos generales existen dos tipos:

- Residencial: que tiene un 50% de factor de demanda
- Comercial: que cuenta con un 60% de factor de demanda.

Para este caso en particular, se estableció que:

$$F_{demanda} = 0,6 \text{ y } I_{instalada} = 64,88 \text{ (Ver cuadro de cargas)}$$

Reemplazando los datos anteriores en la ecuación inicial, se obtiene que:

$$I_{demanda} = 0,6 * 64,88 = 38,93$$

Entonces se tiene que la corriente de Demanda es de aproximadamente 39 Amperios, lo que según la tabla que sigue nos arroja un conductor #8 THW, para la cometida del tablero principal.

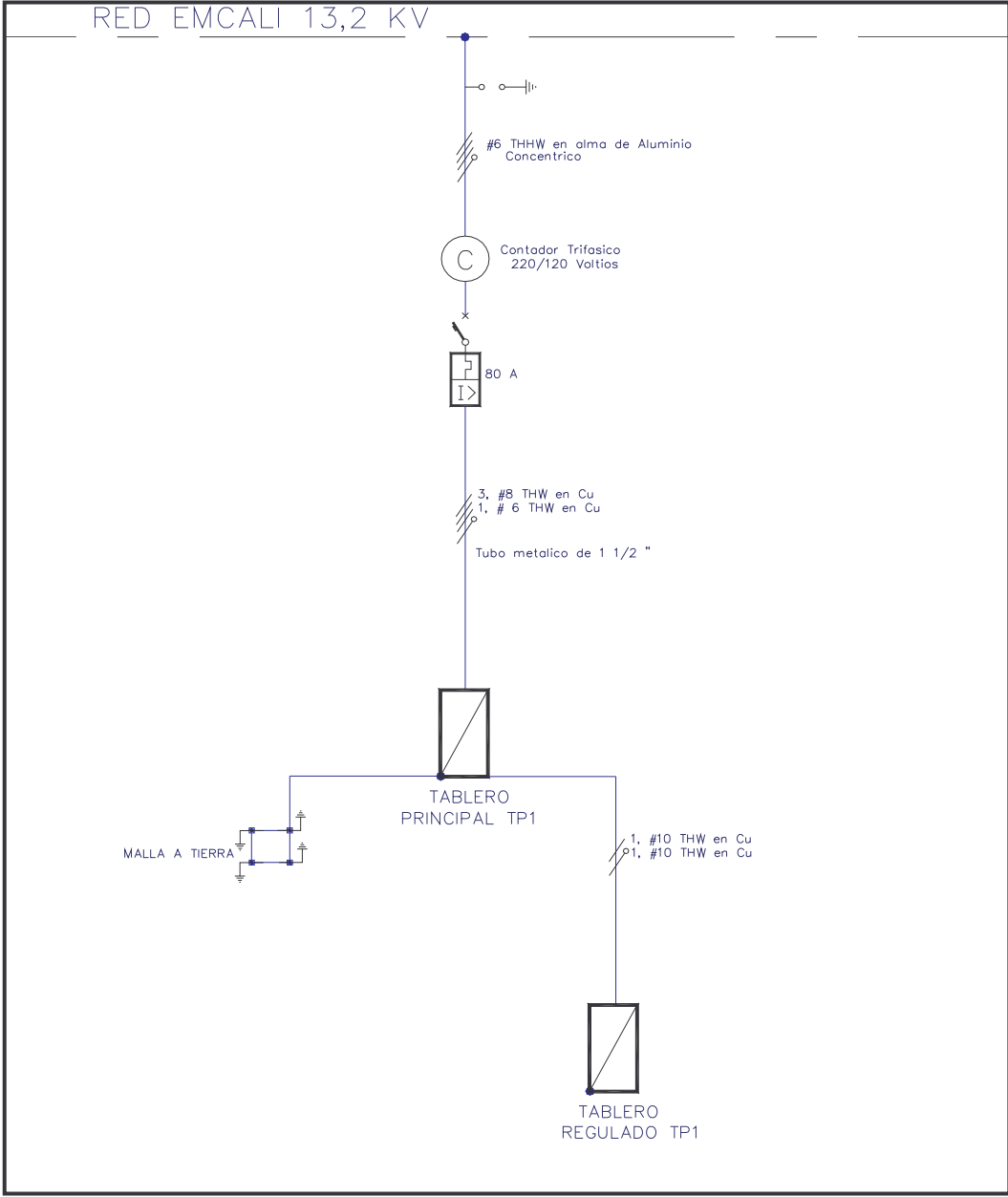
Para la acometida del Poste al contador de energía tener en cuenta el siguiente comentario:

Los conductores aéreos de acometida hasta un edificio u otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o medio de desconexión, se deben considerar acometida aérea y se deben instalar como tales. (Según Sección 230-21).

Ejemplo, cargas en edificios

El calibre mínimo de los conductores no deben tener una sección transversal menor a 8,36 mm² (8 AWG) si son de cobre o a 13,29 mm² (6 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio. De ahí a que la acometida escogida para este caso sea un conductor en alma de Aluminio calibre #6 AwG. De acuerdo a lo anterior se tiene pues el siguiente diagrama unifilar, el cual esta anexo a los planos de distribución del sistema eléctrico.

Plano 1. Diagrama unifilar acometida Recollantas.



2.1.2 Cálculo del porcentaje de regulación. Para establecer la regulación de la acometida es necesario tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\Delta V = [R_{\text{conductor}} (\Omega / Km) * distancia(Km)] * I_{\text{maxima}}$$

$$\% Reg = \frac{\Delta V}{V_{\text{nom}}}$$

Así para este caso se tiene los siguientes datos:

$$R_{\text{conductor}} = 2,061 \text{ para conductor \#8 THW}$$

$$distancia = 0,002 Km$$

$$I_{\text{max}} = 65 amp$$

Reemplazando estos valores en la ecuación inicial, se obtiene que:

$$\Delta V = [2,061 (\Omega / Km) * 0,002 (Km)] * 65 Amp = 0,27$$

$$\% Reg = \frac{0,27}{208} = 0,13 \%$$

Intensidad máxima admisible de dos o tres conductores aislados de 0 a 2.000 voltios nominales con un recubrimiento general (cable de varios conductores) en una canalización al aire libre para una temperatura ambiente de 30°C (86°F)

2.1.3 Rotulado. Todos los conductores y cables deben ir rotulados con la información necesaria que indique los siguientes datos, según el método aplicable entre los que se describen a continuación.

- La tensión nominal máxima que soporta el conductor.
- La letra o letras que indican el tipo de hilos o cables, tal como se especifica en otro lugar de este Código.
- El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- La sección transversal en mm² (número AWG o kcmils).

Rótulos en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben rotular en su superficie de modo indeleble. La sección transversal en mm², calibre AWG o la sección en kcmils se deben repetir a intervalos no superiores a 0,6 m. Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1 m.

- Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de caucho o termoplástico.
- Cables con recubrimiento no metálico.
- Cables de entrada de acometida.
- Cables de circuitos alimentadores y ramales subterráneos.
- Bandejas de cables.
- Cables de equipos de riego.
- Cables de potencia limitada para bandejas.
- Cables para bandejas de instrumentos.

Para rotular los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de rotular situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Capacidades de corriente (según Art. 310-15, NTC 2050): La cual es determinada por diferentes factores a saber Material del Conductor, Temperatura Nominal (según el tipo de Aislamiento) Forma de Instalación

Nota: se recomienda ver las siguientes tablas:

TABLAS 310-16 A 310-19 PARA CONDUCTORES $\leq 2000V$

TABLAS 310-67 A 310-86 PARA CONDUCTORES DE 2001V A 35000V Para determinar a través de los cálculos el calibre de los conductores, es importante tener en cuenta las notas anexas a cada una de las tablas. La dimensión del Conductor utilizado como Neutro en sistemas trifásicos, para cargas No lineales, debe ser de 173% (según RETIE, Numeral 2, Art. 5º), teniendo en cuenta que se debe particularizar y definir, según cada caso. Así mismo es importante realizar el derateo por mayor temperatura Ambiente y por mayor cantidad de conductores por canalización.

Nota. Para mayor información, véase la norma NTC 1332 Cables y alambres aislados con material termoplástico.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores se realizaron los siguientes cálculos:

2.2 CALCULO DE LUMINACION INTERIOR

Con el nombre genérico de iluminación interior, se incluyen la iluminación comercial, la iluminación industrial y la iluminación decorativa. Las dos primeras se calculan de la misma manera. La iluminación decorativa hace uso de lámparas y equipos tales que implican un dominio de estos por parte del diseñador de la iluminación y los métodos de cálculo que a continuación se detallan, no son válidos para este tipo de iluminación. Últimamente este tipo de iluminación se hace fundamentalmente usando lámparas halógenas y mini halógenas dicroicas.

El procedimiento para calcularla iluminación interior resulta sencillo y fácil para la persona experimentada, sin embargo con frecuencia parece ser un poco complicado para el principiante. En esencia, esto es cierto ya que los cálculos involucran evaluaciones preliminares que son lo suficientemente complejas como para prestar cierta dificultad a un procedimiento lógico de instrucción y comprensión.

Es necesario conocer a fondo las características de las lámparas disponibles, así como los artefactos en los cuales éstas se pueden montar. Pero lo más importante es tener criterio para determinar el tipo de artefacto de iluminación con respecto al objeto y al ambiente.

Existen dos métodos para realizar los cálculos que nos permiten conocer la cantidad de artefactos, con un determinado número de lámparas, que son necesarios para lograr una especificada iluminancia promedio en un ambiente determinado estos son el de la IES, también conocido como el de las Cavidades Zonales, y el de la CJE. Es decir, en ambos casos, el resultado de los cálculos es un número que nos indica una cantidad de artefactos con una o más lámparas determinadas. Pero no existe una fórmula matemática que nos indique cuál debe ser la ubicación de los artefactos dentro del espacio a iluminar. La selección de las lámparas, del artefacto y la ubicación de éstos dentro del espacio deberán determinarse por el proyectista. En realidad lo único que existe para ubicar a los artefactos son pautas. A continuación presentamos una explicación del método de las IES.

2.2.1 Método de la IES. El método de las cavidades zonales es el método desarrollado por la IES para calcular la iluminación en espacios cerrados. Divide el espacio a iluminar en tres cavidades horizontales: cavidad del techo (desde el cielo raso hasta un plano imaginario que pasa por la parte inferior de las luminarias), cavidad del local (desde el plano de las luminarias hasta otro plano

imaginario que pasa por el plano de trabajo) y cavidad del piso (desde el plano de trabajo hasta el piso). El método predice la cantidad de luminarias (lámparas y artefactos) necesarias para dar una iluminancia específica en el plano horizontal predeterminado (el plano de trabajo), en el cual se localiza la tarea.

- **Base de cálculo**

Los cálculos están basados en la definición de la unidad de iluminación:

$$\text{Sistema metrico : } Lux = \frac{\text{Lumen}}{\text{Area}(m^2)} \quad \text{Ecuacion(1)}$$

Esta ecuación básica asume que la luz (lúmenes) generada por el sistema de iluminación se convierte en iluminancias en el plano de trabajo. Sin embargo, otros elementos, que entran en juego, debilitan la iluminación.

- **Coeficiente de utilización**

Dentro de un artefacto, se produce una pérdida de luz en el instante en que ésta es generada y es absorbida por el artefacto mismo. El porcentaje de luz que sale efectivamente de artefacto, es llamado “eficiencia del artefacto”. Adicionalmente, parte de la luz que sale del artefacto, es absorbida por las superficies de la habitación. La magnitud de ésta pérdida depende de las proporciones geométricas de la habitación y de las superficies reflejantes de la habitación.

El porcentaje de luz generada que finalmente llega al plano de trabajo, se llama “coeficiente de utilización” o simplemente CU. Su uso modifica la ecuación (1) de la siguiente manera:

$$Luxes = \frac{\text{Lumenes} \times CU}{\text{Area en } m^2} \quad \text{Ecuacion(2)}$$

El valor del CU se extrae de una tabla proporcionada por el fabricante para cada artefacto que se considere. En caso contrario, pueden usarse tablas genéricas elaboradas por el IES para los artefactos más comunes, debiendo tenerse cuidado en escoger la tabla referente al artefacto que más se asemeja al artefacto con el que se va a trabajar.

- **Factores que implican pérdida de luz**

Estos factores son de dos tipos: recuperables e irre recuperables. Los factores irre recuperables son aquellos por los cuales no es práctico ni económicamente prudente tratar una compensación (temperatura ambiental de la luminaria, voltaje de la luminaria, pérdida del balasto, amarilleo por depreciación de la superficie de la luminaria, como en el caso de rejillas plásticas, etc.).

Los factores recuperables son los que se usan como factores que intervienen en el cálculo de la iluminación. Estos son:

- **Depreciación de lúmenes de la lámpara (Lamp-Lumen-Depreciation**, identificada por sus siglas en inglés: LLD). Compensa por la pérdida normal de lúmenes en las lámparas a lo largo de la vida de éstas. El factor LLD se extrae de gráficos y tablas proporcionadas por cada fabricante o en su defecto, se pueden usar valores genéricos como los que se especifican en el Anexo A página 73, Tabla 16. de este documento
- **Depreciación por polvo en la luminaria (Luminaire Dirt Depreciation**, identificada por sus siglas en inglés: LDD). Compensa por las pérdidas debidas a la acumulación de polvo en lámparas y en artefactos. Esto depende del lugar donde se instala el artefacto: un taller de carpintería o una oficina con aire acondicionado. Este valor se obtiene de tablas que se presentan en Anexo A. pagina 81, tabla 20.
- **Depreciación por polvo en las superficies de la habitación (Room Surface Dirt Depreciation**, identificada por sus siglas en inglés: RSDD). Compensa por las pérdidas causadas por la acumulación de polvo en las superficies reflejantes de la habitación. Esta información se obtiene mediante gráficos y tablas que se incluyen en el Anexo A. pagina 81, tabla 20.

Estos tres factores de depreciación se pueden agrupar multiplicando sus valores, obteniéndose así un factor final de depreciación al que llamaremos “factor de pérdida de luz” (Light Loss Factor, identificado por sus siglas en inglés: LLF).

$$LLD \times LDD \times RSDD = LLF$$

Por lo tanto, nuestra ecuación (2) se modifica, expresándose de la siguiente Manera:

$$Luxes = \frac{Lumenes \times CU \times LLF}{Area \text{ en } m^2} \quad Ecuacion(3)$$

- **Ecuaciones de trabajo**

Las ecuaciones anteriores se realizan para resolver la incógnita de cantidad de luxes. Sin embargo, normalmente este valor es preseleccionado de antemano, siendo la incógnita real la cantidad de lúmenes necesarios y, más específicamente, la cantidad de artefactos que se necesitan para iluminar adecuadamente un ambiente.

Por lo tanto, si despejamos la incógnita “Lúmenes” de la ecuación (3), se tendrá lo siguiente:

$$Lumenes = \frac{Luxes \times Area}{CU \times LLF} \quad Ecuacion(4)$$

Cada artefacto tendrá un número conocido de lámparas y cada lámpara emite una cantidad conocida de lúmenes. Por lo tanto, los lúmenes producidos por cada luminaria son:

Lúmenes por luminaria = N° de lámparas x lúmenes por lámpara Ecuación (5)

Por último, se necesita determinar la cantidad requerida de luminarias (N), que será:

$$N = \frac{Lumenes \text{ totales}}{CU \times Lumenes \text{ por luminaria}} \quad Ecuacion(6)$$

La aplicación de las ecuaciones (4), (5) y (6) puede ayudar al principiante a comprender la lógica del cálculo, sin embargo, estas tres ecuaciones se pueden simplificar en una sola:

$N = \frac{Luxes \times Area}{CU \times LLF \times Lumenes \text{ de lampara} \times Lamparas \text{ por luminaria}} \quad Ecuacion(7)$

Esta fórmula correspondiente a la Ecuación (7), es la fórmula básica para efectuar el cálculo de iluminación interior. Pero para hacerlo es necesario determinar varios valores no conocidos, de los cuales, la determinación del valor del CU resulta ser el proceso más laborioso.

Una vez hallado el número necesario de luminarias, nos daremos cuenta que la cifra resultante usualmente no es un número entero ni impar, difícil de distribuir dentro del ambiente que deseamos iluminar. Entonces debemos optar por aumentar o por disminuir el número de luminarias que, una vez instaladas, satisfagan los requerimientos lumínicos así como los estéticos. Esto a su vez determinará que la cantidad de luxes que se deseaba obtener no es la que efectivamente se obtendrá por decisión del proyectista. Luego, será necesario cambiar la ecuación (7), en la que la incógnita por despejar será la cantidad de luxes, ya que el proyectista ha optado por variar la cantidad de luminarias. Por lo tanto, para conocer la cantidad de luxes que finalmente tendrá el ambiente para el que se han hecho los cálculos, se deberá aplicar la siguiente ecuación:

$$N = \frac{CU \times LLF \times \text{Lumenes de la lámpara} \times \text{Lámparas por luminaria}}{\text{Área en m}^2} \quad \text{Ecuación (8)}$$

- **Cavidades zonales**

El uso de las cavidades zonales permite una mejor comprensión del modo como las superficies de una habitación absorben la luz. Este concepto asume que una habitación está dividida en tres cavidades horizontales, que limitan con las paredes, en el sentido vertical y, están separadas horizontalmente para formar:

- **Cavidad del techo o cielo raso (Ceiling Cavity - CC).** Entre el techo y un imaginario “plano de la luminaria”, ubicado en la parte más baja de las luminarias.
- **Cavidad del local (Room Cavity - RC).** Entre el plano de la luminaria y un imaginario “plano de trabajo” ubicado en la superficie donde se realiza la tarea (escritorios, mesas de trabajo, etc.)
- **Cavidad del piso (Floor Cavity - FC).** Entre el plano de trabajo y el piso.

Dentro de estas cavidades, la interreflexión de la luz se comporta de manera diferente, de acuerdo a la relación existente entre las áreas verticales y horizontales, a reflejancias de superficies y a la distribución de la luz de las luminarias.

- **Ratios de cavidad (cavity ratios - cr)**

Un ratio de cavidad es la relación matemática existente entre el área vertical de una cavidad y el área horizontal, siendo su ecuación la siguiente:

$$CR = \frac{5h(A+L)}{A \times L}$$

Donde: h = altura de la cavidad
A= ancho de la cavidad
L = largo de la cavidad

La ecuación se usa sucesivamente para computar tantos ratios de cavidad como cavidades haya. Sólo varía la altura de la cavidad, y cada una se designa como sigue:

Hcc = (Ceiling Cavity Height) Altura de la Cavidad del techo.

Hrc = (Room Cavity Height) Altura de la Cavidad del local.

Hfc = (Floor Cavity Height) Altura de la Cavidad del piso.

Estos tres elementos nos llevan a obtener lo siguiente:

CCR = (Ceiling Cavity Ratio) Ratio o razón de cavidad del techo.

$$a) \quad CCR = \frac{5H_{cc}(A+L)}{A \times L}$$

RCR = (Room Cavity Ratio) Ratio o razón de cavidad del local.

$$b) \quad RCR = \frac{5H_{rc}(A+L)}{A \times L}$$

FCR= (Floor Cavity Ratio) Ratio o razón de cavidad del piso.

$$c) \quad FCR = \frac{5H_{fc}(A+L)}{A \times L}$$

NOTA: Los valores de "A" y de "L" son constantes. CCR, RCR y FCR son proporcionales a cada una, de acuerdo a la altura de la cavidad.

Una manera de abreviar estos cálculos consiste en hallar primero el RCR y Después los otros, usando las siguientes ecuaciones:

$$CCR = RCR = \left[\frac{H_{cc}}{H_{rc}} \right]$$

$$FCR = RCR = \left[\frac{H_{fc}}{H_{rc}} \right]$$

- **Reflejangias efectivas de cavidad (p)**

Tabla 5. Reflejangias reales de distintos colores y materiales para la luz blanca.

Color	Factor de	Material	Factor de
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrillantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 196.

“Porcentaje efectivo de reflejancia de cavidad”, es la cantidad de luz que escapa de las cavidades del techo y del piso, después de pérdidas de absorción, por medio de la geometría (Ratios de Cavidad) y reflejancia de superficie.

Es importante distinguir entre “reflejancia real o actual de una superficie” y “reflejancia efectiva de cavidad”. La luz sale de la luminaria en muchas direcciones. Cualquier rayo de luz hace un considerable rebote de una superficie a otra. Cada rebote da como resultado una pérdida por absorción y un posterior esparcimiento de la porción no absorbida, generando más rayos en muchas otras direcciones. Este proceso de ínter reflexión da como resultado reflejancias de cavidad que pueden diferir de aquellas de las superficies básicas (techo o piso) de las respectivas cavidades. Este fenómeno obviamente afecta la cantidad de luz (utilización) que llega al plano de trabajo.

Para obtener la reflejancia efectiva de cavidad del techo (Pcc), se procede de la siguiente manera (ver tabla 17) del anexo A, pagina 76 el presente documento.

1. Entrar a la columna de la izquierda de la tabla con el CCR.
2. Entrar a la primera línea horizontal, con la reflejancia actual del techo.
3. Entrar a la segunda línea horizontal, con la reflejancia actual de la pared.
4. Extraer el valor de la reflejancia efectiva de cavidad del techo, en la intersección de (1), (2) y (3).

De igual forma se procede para hallar la reflejancia efectiva de cavidad del piso (Pfc), así (ver tabla 17) del anexo A, pagina 76 el presente documento

- 1) Entrar a la columna de la izquierda de la tabla con el FCR.
- 2) Entrar a la primera línea horizontal, con la reflejancia actual del piso.
- 3) Entrar a la segunda línea horizontal, con la reflejancia actual de la pared.
- 4) Extraer el valor de la reflejancia efectiva de cavidad del piso, en la intersección de (1), (2) y (3).

NOTA: si el FCR = 0, pfc es igual a la reflejancia del piso (pf)

Estos valores, junto con el valor RCR previamente obtenido se usan para determinar el coeficiente de utilización.

- **Coeficiente de utilización (cu).**

Es muy importante recordar que hay que usar la tabla CU que se aplica al artefacto escogido. Los valores del CU se extraen de la Tabla 18 del anexo A, pagina 78 del presente documento, y la manera de usar la referida tabla es la siguiente:

- 1) Entrar a la columna del RCR (lado izquierdo de la tabla) con el valor apropiado.
- 2) Entrar a la primera línea con el P_{cc} .
- 3) Entrar a la segunda línea con el P_w .
- 4) Extraer el valor del CU de la intersección de los tres primeros puntos.

Debe tenerse en cuenta que los valores de la Tabla 18 son válidos solo si la reflejancia efectiva de cavidad del piso (p) es igual a 20%. Las tablas están hechas con este valor. También debe tenerse en cuenta que los valores de CU son porcentajes, por lo tanto, siempre deberá anteponerse el punto decimal a la cifra obtenida.

Rara vez, el RCR es una cifra exacta tal como aparece en la tabla, por lo que será necesario hacer una interpolación para obtener el CU.

NOTA: En la Tabla 18 hay siglas cuyo significado conviene conocer:

P_{cc} = Reflejancia de cavidad del techo (porcentaje)

P_w = Reflejancia de la pared (porcentaje)

P_{fc} = Reflejancia de cavidad del piso (porcentaje)

RCR = Room Cavity Ratio (ratio de cavidad del local)

WDRC = Wall Direct Radiation Coefficient (Coeficiente de radiación directa de pared).

SC = Luminaire Spacing Criterion (Criterio de Espaciamiento de Luminaria).

NA = Not available (No disponible)

La eficiencia y por consiguiente los coeficientes de las luminarias fluorescentes constituyen una función del número de lámparas en relación al tamaño de la luminaria. Esto se debe a los cambios de temperatura y a los cambios de bloqueo de la luz. Las variaciones de los coeficientes con el tamaño y número de lámparas dependen de muchos detalles constructivos de la luminaria. Los siguientes factores de corrección son valores promedio:

4 lámparas, 610 mm (2 pies) de ancho:

x 1.05 para 8 lámparas, 1220 mm (4 pies) de ancho

x 1.05 para 3 lámparas, 610 mm (2 pies) de ancho

x 1.1 para 2 lámparas, 610 mm (2 pies) de ancho

x 0.9 para 2 lámparas, 300 mm (1 pie) de ancho,

2 lámparas, envolverte:

x 0.95 para 4 lámparas

- **Corrigiendo el cu**

La Tabla 19 del anexo A, pagina 80 del presente documento., se utiliza para efectuar correcciones del CU, es decir, cualquier variación significativa de Pfc con respecto al 20%.

Esta tabla contiene variaciones para:

$P_{fc} = 30\%$

$P_{fc} = 10\%$

$P_{fc} = 0\%$

Si el P_{fc} varía entre esas categorías, es posible interpolar entre ellas; sin embargo, en muchas oportunidades, la corrección es insuficiente para ser significativa.

El procedimiento para ingresar a la tabla del CU Corregido es: primero se halla el CU, como si el fuera realmente 20. Luego se va a la Tabla del CU Corregido para hallar el factor multiplicador que servirá para corregir el CU al P_f correspondiente.

El procedimiento de ingresar a la Tabla del CU Corregido es exactamente igual a la de la Tabla del CU.

El CU Corregido es el producto del CU inicial y el factor multiplicador.

$$\text{CU Corregido} = \text{CU inicial} \times \text{factor multiplicador.}$$

- **Determinando el nivel de iluminación recomendado**

Hay dos maneras para determinar éste nivel. La primera es mediante tablas (Ver la Tabla 20 del anexo A, página 81 del presente documento). La determinación

consiste en definir la tarea y en extraer el valor apropiado en pies candelas o en luxes. La segunda, es aplicando un nuevo método de la IES.

Las publicaciones de la IES tienen un listado completo de los niveles de iluminación recomendados para diferentes actividades, tanto al aire libre como en recintos cerrados. En el país, está vigente el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual empezó a regir a partir de mayo del año 2005 (Según Resolución numero 18 0398 de 2004, inclúyase modificación de abril del 2005), y que en su Capítulo II, artículo 16, hace referencia a los diferentes niveles de iluminación, de acuerdo a las actividades que se vayan a realizar en el sitio a iluminar. Ver tabla 2. Niveles de iluminancia

- **Determinando los lúmenes de la lámpara**

La decisión con respecto al tipo de lámpara a usarse para cualquier problema de iluminación, es usualmente una de las primeras decisiones que debe de tomar el proyectista. Esta decisión debe basarse, principalmente en el sistema más económico que pueda proveer la necesaria calidad de iluminación. Por ejemplo, para alturas mayores de 4 metros generalmente las lámparas de descarga de alta intensidad son más ventajosas que las lámparas fluorescentes.

El valor inicial de lúmenes de la lámpara es siempre el que se sustituye en la ecuación. Este valor se obtiene en los catálogos de lámparas.

- **Determinando la depreciación de lúmenes de la lámpara (LLD)**

Realmente lo que se determina es el porcentaje de lúmenes que queda en la Lámpara.

La tasa de depreciación de lúmenes para cualquier lámpara puede ser precisamente planteada y tabulada. Por lo tanto, la emisión de lúmenes, puede ser determinada para cualquier período de tiempo de vida esperado de la lámpara.

En la Tabla 16. el valor especificado, supone una emisión mínima del 70% del flujo inicial entre recambio de lámparas. En una instalación industrial o de oficinas, es mucho más económico efectuar el recambio de todas las lámparas después de un período determinado, que empezar a cambiarlas una a una conforme se vayan

quemando. Aparte del tiempo que significa parar una línea de producción para armar un andamio con el fin de cambiar una lámpara, nada garantiza que la referida línea no se tenga que volverse a paralizar al día siguiente para cambiar otra lámpara. Además, aunque las lámparas sigan funcionando cuando sólo emiten el 70% de su flujo, esas mismas lámparas están consumiendo el 100% de energía como si estuvieran emitiendo el 100% de su flujo.

La vida estimada de las lámparas está basada en un período determinado de encendido y de apagado. Por ejemplo en lo que se refiere a lámparas de descarga este período es usualmente de 4 horas de encendido, siendo éste tiempo de 3 horas para las lámparas fluorescentes.

- **Determinando la depreciación de la luminaria por polvo (LDD)**

Para ayudar en la determinación de los factores LDD, las luminarias han sido separadas en 6 categorías de mantenimiento (1 al VI). Para llegar a las categorías, las luminarias son arbitrariamente divididas en secciones: el compartimiento superior y compartimiento inferior, dibujando una línea horizontal a través del centro lumínico de la(s) lámpara(s). Las características listadas para los compartimientos se seleccionan luego como las que mejor describen a la luminaria en cuestión. Sólo se puede usar una característica para el compartimiento superior y una para el inferior, con el fin de determinar la categoría de la luminaria.

El porcentaje de luz que va hacia la parte superior está basado en 100% de la luz emitida por la luminaria.

La categoría de mantenimiento se determina cuando hay características en las dos columnas de compartimientos. Si una luminaria cae en más de una categoría, se deberá usar la categoría inferior:

La categoría de mantenimiento de las luminarias usualmente está dada en la tabla del Coeficiente de Utilización.

En la Tabla 20 del anexo A, pagina 81 del presente documento. podemos apreciar los cuadros desarrollados usualmente por la IES, referentes a las 6 categorías de luminarias.

Tabla 6. Categoría de mantenimiento de las luminarias.

Categoría de mantenimiento	Compartimiento Superior	Compartimiento Inferior
I	1. Ninguno	1. Ninguno
II	1. Ninguno 2. Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de aberturas. 3. Translúcido con 15% o más de luz hacia arriba a través de aberturas. 4. Opaco con 15% o más de luz a través de aberturas.	1. Ninguno 2. Rejilla o Pantalla
III	1. Transparente con menos de 15% de luz hacia arriba a través de aberturas. 2. Translúcido con menos de 15% de luz hacia arriba a través de aberturas. 3. Opaco con menos de 15% de luz hacia arriba a través de aberturas.	1. Ninguno 2. Rejilla o pantalla
IV	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas	1. Ninguno 2. Rejilla
V	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas
VI	1. Ninguno 2. Transparente sin aberturas 3. Translúcido sin aberturas 4. Opaco sin aberturas	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 207.

Para determinar el LDD, se debe proceder de la siguiente manera:

- Seleccionar el gráfico apropiado a la categoría de mantenimiento de la luminaria.
- En ese gráfico, seleccionar la curva que describe la condición de suciedad (Dirt Condition)
- Ingresar a la última línea con “Ciclo de Mantenimiento” (frecuencia en meses, en los que se supone se hará limpieza).
- Seguir la intersección con la curva seleccionada.
- Seguir al extremo izquierdo de la escala vertical.
- Extraer el LDD.

Para seleccionar el “Ciclo de Mantenimiento” se debe tener en cuenta el ambiente donde van a operar las luminarias. Por ejemplo, si se trata de luminarias que se van a instalar en una oficina con aire acondicionado, es muy probable que el Ciclo

de Mantenimiento pueda ser fácilmente de 18 meses. En cambio, si se trata de una carpintería, el ciclo deberá ser mucho menor (unos tres meses como máximo).

- **Determinando la depreciación por polvo en las superficies de la habitación (RSDD)**

La determinación del RSDD es similar al del LDD: un gráfico más el uso de una Tabla. Además involucra la identificación del tipo de distribución de la luminaria según la clasificación de la CTE (Directa, semidirecta, etc.).

Para determinar el RSDD se debe usarla Tabla 21 del anexo A, pagina 82 del presente documento. y el pequeño gráfico que está junto a la Tabla.

Referente al pequeño gráfico que está en la parte superior izquierda de la Tabla:

- 1) Ingresar en la línea de abajo con el “Ciclo de Mantenimiento” propuesto.
- 2) Seguir hacia arriba, hasta la intersección de la curva seleccionada.
- 3) Seguir a la izquierda la escala vertical.
- 4) Extraer el porcentaje esperado de depreciación por polvo.
- 5) Use el valor hallado en (4) para entrar a la segunda línea de la Tabla del RSDD, debajo del apropiado “Tipo de distribución de la luminaria”.
- 6) Entrar a la columna de la izquierda con RCR.
- 7) En la intersección de (1) y (2), extraer el RSDD.

Ahora ya se tiene información suficiente para usar la ecuación (7), para determinar la cantidad necesaria de luminarias para resolver un problema de iluminación.

2.2.2 Distribución de la iluminación. Sea cual fuere el método utilizado para obtener la cantidad total de artefactos o luminarias necesarias, el siguiente paso es determinar el espaciamiento entre éstos.

- Luminarias sueltas o montadas individualmente:

$$Deteminarelareaporluminaria = \frac{Areadellocal}{N^{\circ} deLuminarias}$$

- Determinar espaciamentos cuadrados

Este espaciamento representa distancias iguales en ambas direcciones hacia los centros de cada luminaria, es decir, la disposición es geométricamente uniforme. No siempre se puede hacer esto ya que pueden resultar excesivas distancias entre la pared y la luminaria más próxima. Así mismo, la existencia de ductos, vigas, columnas y otros elementos, pueden significar obstáculos que impiden la distribución planeada, por lo que será necesario modificar el espaciamento en uno o en ambos sentidos.

- Hileras continuas de luminarias fluorescentes

$$\text{Espaciamento entre hileras} = \frac{\text{Dimension del local perpendicular a hileras}}{N^{\circ} \text{ de hileras} (*)}$$

(*) Se asume que son hileras continuas y el espaciamento es entre centros de hileras.

Las condiciones estructurales también pueden forzar una modificación, especialmente cuando se trata de artefactos con lámparas fluorescentes empotrados en falsos cielo raso que pasan muy pegados a una viga.

De cualquier manera, cuando se usa esta opción, debe tenerse en cuenta que el largo de cada luminaria debe ser aproximadamente 1.25mts., si se van a usar lámparas de 4' (1.22 mts.) de largo, como las de 40w., que son las más comunes. A este largo hay que agregar los sockets y la parte final de la luminaria en sus extremos, por lo que una longitud de 1.25 mts. , es aconsejable.

- **Espaciamento máximo entre luminarias**

Cada luminaria distribuye su luz de una manera intrínseca, una apertura de haz característica que produce una determinada iluminación sobre el plano de trabajo. Debido a que la mayoría de las tareas deben ser iluminadas por la contribución de varias luminarias, es necesario asegurar un adecuado sobre-posición de los rayos. Un excesivo espaciamento puede impedir esa sobre-posición y puede suceder que la iluminación dé como resultado manchas de luz y manchas de oscuridad, en especial cuando se usan equipos de descarga de alta presión (HID).

Por lo tanto, una vez determinado el espaciamento entre luminarias, es imprescindible efectuar un chequeo con el fin de verificar que el espaciamento

planteado no resulte excesivo, haciendo uso del SC, siglas en inglés de “Spacing Criterion”, que significa “Criterio de Espaciamiento”.

Este Criterio de Espaciamiento varía para cada luminaria y es proporcionado por el fabricante de la luminaria.

En caso de no contarse con esa información, se podrá hacer uso de la información genérica, que las Tablas del Coeficiente de Utilización (CU) presentan para cada luminaria. El dato del SC es una cifra por la que se debe multiplicar la altura existente entre el fondo de la luminaria y el plano de trabajo.

$$S_{\max} = SC \times H_{pt}$$

Donde: S_{\max} = Espaciamiento máximo
SC = Criterio de Espaciamiento
Hpt = Altura de luminaria sobre el plano de trabajo.

Si el espaciamiento determinado está dentro de los límites del S_{\max} , entonces no habrá mayor problema, pero si se excede el S_{\max} , entonces habrá que hacer un nuevo cálculo seleccionando una luminaria que tenga una distribución más amplia o usando un mayor número de lámparas de menor vatiaje o de menor emisión de lúmenes.

- **Espaciamiento entre pared y luminaria**

El excesivo espaciamiento entre la pared y la luminaria más próxima, produce dos efectos adversos:

- 1) Iluminación horizontal reducida, cerca de la pared.
- 2) Iluminación vertical reducida en la pared.

Un trabajo de escritorio, de máquina o de banco se realiza frecuentemente en áreas cercanas a las paredes. Estas funciones requieren una iluminación equivalente a aquellas funciones similares que se realizan en el interior del local. Es una buena práctica observar las reglas generales, que se observan la siguiente tabla

Tabla 7. Espaciamientos recomendados entre luminarias.

Función	Tipo de Iluminación	Espaciamiento max. entre hileras	Espaciam. Deseable	Pared-lum Máximo
Oficinas	Fluorescente	1 x MH	35-45 cms.	60 cms.
Industrial	Fluorescente Alta presión	1 x MH S/MH x MH	1/3 MH 1/3 MH	1/2 MH 1/2 MH

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 215.

El excesivo espaciamiento entre luminarias y paredes da como resultado una insuficiente iluminación de las paredes. Instalando las luminarias periféricas cerca de las paredes, se incrementa el área iluminada y se contribuye a un mejoramiento del entorno visual. Esta técnica también mejora la calidad de la iluminación y el nivel de las tareas localizadas adyacentes a la pared. A continuación se presenta la tabla con los resultados obtenidos de los cálculos realizados en plantillas de Excel que se encuentran el Anexo B. pagina 85.

Tabla 8. Datos Iluminación.

OFICINA DE GERENCIA	
No de Luminarias	3
Espaciamiento	1,72
Luxes Finales	500
AREA DE PROCESOS 1 ZONA DE VULCANIZADO	
No de Luminarias	13
Espaciamiento	2,73
Luxes Finales	300
AREA DE PROCESOS 2 FABRICACION DE PARCHES	
No de Luminarias	3
Espaciamiento	2,84
Luxes Finales	300
ALMACEN	
No de Luminarias	2
Espaciamiento	3,48
Luxes Finales	200

2.3 CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)

La finalidad del sistema de puesta a tierra es el de proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por sobre tensión y mejorar la efectividad de las protecciones eléctricas, al proporcionar una adecuada conducción de la corriente de falla a tierra.

Con un valor mínimo de resistencia entre la tierra y el neutro, se asegura una correcta operación de las protecciones y se limita el voltaje a tierra que puede aparecer entre las fases no falladas cuando ocurre un fallo a tierra.

Se debe instalar una malla de puesta a tierra tipo cuadrículo antes de fundir la placa del piso.

La malla de puesta a tierra será calculada de acuerdo al procedimiento establecido en la Norma 80 de IEEE última revisión y teniendo en cuenta que el cable desnudo de cobre mínimo a utilizar según lo tenga establecido la empresa electrificadora.

Es importante conocer las características del terreno donde se va a instalar una varilla de tierra o electrodo de tierra para predecir el número de varillas que se deben instalar o la configuración de los electrodos.

La resistencia del electrodo de puesta a tierra debe ser menor de 25 ohmios (Norma ICONTEC 2050 Sección 250-84).

2.3.1 Escogencia del conductor. Una vez conocida la corriente del cortacircuito procedemos a la escogencia del calibre apropiado del conductor así:

$$\text{Área en circular mil} = \frac{I_{cc}}{\sqrt{\frac{\log_{10} \left[\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right]}{33 * t}}}$$

NOTA: La I_{cc} debe considerar un Factor de expansión y/o aumento de la Carga y el Factor de asimetría el cual está comprendido entre 1.25 y 1.5

T_m = Temperatura máxima en empalmes ó uniones. La cual puede tomar Dos valores 250 C para uniones pernadas y 450 C para uniones soldadas.

T_a = Temperatura media del suelo. Se escoge 40 C.

T = Tiempo de duración de la falla se estima en 0.5 seg.

2.3.2 Verificación del conductor por el criterio de fusión. La constante para la verificación del conductor es función del tiempo de duración de la falla y del tipo de unión.

T seg.	Unión Soldada cm/amp	Unión pernada cm/amp
30	50	65
4	20	24
1	10	12
0.5	6.5	8.5

$$I_{\text{fusión}} = \frac{\text{Area}(\text{circular mil})}{K(\text{cm / amp})}$$

2.3.3 Definición del área disponible. Para el cálculo de la separación entre conductores debemos calcular el área de la cuadrícula AC así:

$$Ac = \left(\frac{B}{1 + B / M} \right) \left(\frac{A}{1 + A / N} \right) \Rightarrow D = \sqrt{Ac}$$

Definimos

H = Profundidad de enterramiento de los conductores.

A = Ancho de la malla en Mts.

B = longitud de la malla en Mts.

M = # de conductores en paralelo a lo largo.

N = # de conductores en paralelo a lo ancho.

L = Longitud total de los conductores N*B + M*A.

D = Diámetro del conductor en Mts.

2.3.4 Calculo de constantes

$$K_s = \frac{1}{\Pi} \left(\frac{1}{2H} + \frac{1}{D * H} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots + \frac{1}{ND} \right)$$

Debe haber N términos dentro del paréntesis

$$K_m = \frac{1}{2\Pi} \ln \left(\frac{D^2}{16Hd} \right) + \frac{1}{\Pi} \ln \left(\frac{3}{4} * \frac{5}{6} * \frac{7}{8} * \dots \right)$$

Debe haber N-2 términos dentro del paréntesis

Ki = 0.65 + 0.172N si N ≤ 7

Ki = 2.0 si N > 8

ρs = Resistividad superficial del terreno ohm-mt está comprendida entre 3 y 10

Kρ

ρ = Resistividad del suelo en ohm/metro.

Terreno	ohm-mt
Orgánico Húmedo	10
Pantanosos	20
Tierra con carbón	21-50
Tierra de labranza	51-100
Tierra seca	101
Calcáreo	70-200
Grava húmeda	21-1200
Suelo pedregoso	1.000-3.000
Roca	3.000-10.000
Piso en concreto	3.000-20.000
Arenisca	10.000-100.000

2.3.5 Longitud mínima de la malla

$$L_{min} = \frac{K_m * K_i * p * (I_{cc} / N) * \sqrt{t}}{165 + 0.25 P_s}$$

$$L_{comprobación} = N * B + M * A \text{ \# \# varillas } * 2.40$$

2.3.6 Calculo de valor de la resistencia

$$R = \frac{P}{4 * \sqrt{\frac{A}{\Pi}}} + \frac{P}{L_{comprobacion}}$$

2.3.7 Verificación de voltajes de paso y de toque valores calculados

$$E_{paso} = K_s * K_i * p * \frac{I_{cc}}{L_{total}}$$

$$E_{toque} = K_m * K_i * p * \frac{I_{cc}}{L_{total}}$$

Valores admisibles

$$E_{paso} + \frac{165 + P_s}{\sqrt{t}}$$

$$E_{toque} + \frac{165 + 0.25 P_s}{\sqrt{t}}$$

2.3.8 Hoja de cálculo malla tierra. A continuación encontraremos la tabla con los valores obtenidos del calculo de malla tierra Recollantas Ltda.

Tabla 9. Resultados de cálculo malla tierra.

DATOS YA CALCULADOS.			
KA de corto circuito		10	10
Corriente de falla (A)	If	25000	25000
SELECCION DEL CONDUCTOR			
Sección del conductor calculado (CM)	Secc	161108,951	204291,4443
Tipo de uniones (Soldadas o pernadas)		Soldada	Pernada
Temp. más. permisible en las uniones (°C)	Tm	450	250
Temperatura ambiente (°C)	Ta	40	40
T de despeje de la falla (s)	Ts	0,5	0,5
T de protección de respaldo (s)	Tr	0,5	0,5
Conductor preseleccionado		3/0 AWG	
Calibre conductor seleccionado		4/0 AWG	500 MCM
Numero de conductores en paralelo	#cp	5	2
Sección calculada por conductor en paralelo		32221,8	102145,7
Sección en CM del conductor seleccionado	Secs	211.600	500.000
Diámetro del conductor (m)	d	0,0134	0,02065
Máxima corriente que soporta el conductor	MAmp	5.000	12.500
Corriente de fusión (A) del cable.		32.554	58.824
Coef. de capacidad de fusión del conduct.	Cff	6,5	8,5
CONCLUSION: El conductor se funde		NO	NO
AREA DISPONIBLE			
Largo (m)	l	5	5
Ancho (m)	a	5	5
LONGITUD REAL DE LA MALLA A CONSTRUIR			
Numero de varillas	#vs	6	8
Longitud de cada varilla	lv	1,8	2,4
Longitud de las colas (m)	lcola	25	65
Long. malla(m) en superf(SIN LAS VARILLAS)	Ls	75	125
Long. total de la malla enterrada, incluye varillas (m)	Lt	86	144
Diferencia entre L y Lt (%)	%L	(580)	(690)
Diferencia entre L y Lt (m)	DL	(73)	(126)

LONGITUD OPTIMA DE LA MALLA			
Resistividad de la superficie (ohm/m)	Ro	Tierra con carbón	50
Resistividad del terreno (ohm/m)	Ro1	Piso en concreto	10.000
Profundidad de enterramiento (m)	h	0,8	0,6
Separación inicial cables en cuadrícula(m)	Di	0,4	1
Separación real cables en cuadrícula(m)	D	1,3	1,0
# conduct. paralelos longitud.	nl	5	6
Long. Cruces longitud.(m)	ll	5,0	5,0
# conduct. paralelos transv	nt	5	6
Longitud cruces transv (m)	lt	5,0	5,0
Coeficiente Km	Km	0,1260	0,0654
Factor de corrección Ki	Ki	1,51	1,682
Longitud optima de la malla (m)	L	13	18
RESISTENCIA DE LA MALLA			
Valor máx. de resistencia de la malla (\hat{e})	Rmax	10	5
Resistencia de la malla (\hat{e})	Rm	5,01	4,78
Área de la malla (m^2)	Área	25	25
Radio del círculo equivalente (m)	Radio	2,82	2,82
CONCLUSION: La resistencia es aceptable		SI	SI
VOLTAJE DE PASO			
Coeficiente Ks	Ks	0,6300854	0,8727
Voltaje de paso (V) , calculado	Vpc	2.772	6.362
Voltaje de paso tolerable (V)	Vpt	14.375	10.007
ACEPTABLE		SI	SI
VOLTAJE DE TOQUE			
Voltaje de toque (V) , calculado	Vpc	554	477
Voltaje de toque tolerable (V)	Vpt	3.769	2.588
ACEPTABLE		SI	SI

2.4 TRANSFERENCIA ELECTRICA

Las transferencias son equipos que hacen el cambio de la energía suministrada por la red pública, cuando esta falla, a la energía suministrada por una planta eléctrica de emergencia.

Las transferencias automáticas son equipos que actúan cuando falla la tensión de red, solicitando el arranque y realizando el traspaso de carga al grupo generador cuando su tensión esté disponible. Cuando la tensión de red se restablece nuevamente, retorna la carga hacia la red. Mediante el software es posible programar los tiempos de aceptación de fallas, normalizaciones, enfriamiento y de conmutación de los contactores, tanto de red, como de grupo. En el caso de las transferencias manuales es necesaria la intervención de una persona en el momento que falla la tensión de red.

2.4.1 Descripción. El interruptor de transferencia automático a contactores, el interruptor de transferencia automático a breakers y el interruptor automático doble tiro, son dispositivos eléctricos que:

- Censan el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de falla por bajo voltaje, alto voltaje, falta de fase e Inversión en la secuencia de fases.
- Ordenan que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
- Conectan el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.
- Pasan de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.
- Permiten que la planta de emergencia trabaje un rato en vacío con el fin de que se enfríe.

2.4.2 Beneficios. Aprovechando los avances de la electrónica se han desarrollado transferencias automáticas, cuyo control automático (otro elemento de las transferencias) permite que estas sean de un tamaño reducido, sin perjudicar el espacio apropiado para la llegada y salida de cables.

Con lo anterior se obtienen en las transferencias:

- Espacio reducido
- Fácil montaje
- Fácil mantenimiento
- Protecciones a su sistema eléctrico
- Precio muy razonable

2.4.3 Modelos. A menos que se especifique otra cosa, las transferencias deben fabricarse con contactores de marcas reconocidas a nivel nacional y mundial (ABB, LG-Gold Star, Telemecanique, Siemens, Merlin Gerin, Lovato, o similar), con enclavamiento electrónico, eléctrico y mecánico, los cuales deben cumplir con todas las normas vigentes (NTC 2050, RETIE, IEEE).

Los contactores se especifican para corriente clase AC1.

- Sencillas o múltiples (1 par o más contactores)
- Red – Planta, Planta – Planta y Red 1 - Red 2 -Planta

Equipo opcional

Las transferencias pueden ser adicionadas con otros productos para que cumpla completamente sus necesidades. A vía de ejemplo ofrecemos lo siguiente:

- Interruptores de protección para normal y / o para planta, Interruptores termo magnéticos en la carga, totalizador y secundarios.
- Instrumentos digitales: Voltímetros, Amperímetros, Kilo vatímetros, Frecuencímetros, Medidores de energía reactiva y factor de potencia.
- Transformadores de corriente y / o potencial.
- Anunciadores de alarma.
- Cargadores de Baterías.
- Iluminación de emergencia.
- Contactos para telemetría.
- Filtros de línea, Pararrayos de baja tensión.

2.4.4 Modos de operación. Las transferencias están diseñadas para poder ser operadas tanto automáticamente como en forma manual. Estas dos opciones son sumamente importantes cuando se piensa en mantenimiento. Se puede quitar el control para fines de mantenimiento sin tener que dejar la carga sin energía. Si el control tiene problemas la transferencia se opera manualmente en forma temporal, mientras se hace el cambio o la reparación. El control de la transferencia puede operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos.

- **Gabinete**

Las Transferencias deben suministrarse normalmente en un gabinete NEMA 1 de uso general, fabricado en lámina de acero estirado en frío (Puede ofrecerse en NEMA 3R) y pintado con pintura anticorrosiva y esmalte horneable. El gabinete es normalmente de color gris claro. En el gabinete se instalan los componentes eléctricos de fuerza y en la tapa los componentes electrónicos de control. Este diseño permite un fácil acceso a cualquier parte del equipo y una construcción clara y amplia.

- **Barraje**

El equipo debe construirse utilizando en su barraje cobre electrolítico de alta pureza y conductividad. Se usan densidades iguales o mejores que 1200 amperios por pulgada cuadrada (1.8 amperios por mm. cuadrado).

Las barras van montadas sobre aisladores de resina epóxica y su configuración garantiza resistencia mecánica para soportar esfuerzos de corto circuito mínimo de 30 ka. Las barras se pintan para fácil identificación de secuencia de fases. El mismo código de colores es utilizado en el cableado para fácil identificación y seguimiento de los circuitos de control de la transferencia.

Para la salida de los cables debe suministrarse con bornes terminales de bronce tipo tornillo de presión. El barraje tiene aislamiento para 600 V.

- **Calibraciones**

El control electrónico de transferencia, permite calibrar exteriormente el punto de disparo por alto voltaje y por bajo voltaje para cada uno de los dos suministros, tanto en red como en planta.

El rango de ajuste Para alto voltaje es de 0 - +30% y Para bajo voltaje de -30 - 0%

- **Señalización**

Las transferencias se suministran con señalización que indica:

CN cerrado y CE cerrado

Opera la planta

Voltaje alto emergencia

Voltaje bajo emergencia

Voltaje alto normal

Falta o inversión de fase

Voltaje bajo normal

Prueba

- **Temporizaciones**

Con ajuste continuo

0-30 segundos normal a emergencia

0-30 segundos emergencia a normal

- **Controles**

Interruptor de modo de control:

Manual y automático.

Interruptor de selección de suministro: Normal, Apagado, emergencia.

- **Control electrónico**

Modo de operación: Automático - prueba

Trifásico - monofásico

- **Protección**

El circuito de control esta protegido contra cortó circuito por medio de interruptores termo magnéticos - minibreakers - monopolares.

- **Capacidades**

Las transferencias son fabricadas con contactores de las siguientes capacidades: desde 28 hasta 1000 amperios clase AC1. Con interruptores se fabrican desde 100 hasta 1600 Amperios.

Tabla 10. Dimensiones de las transferencias.

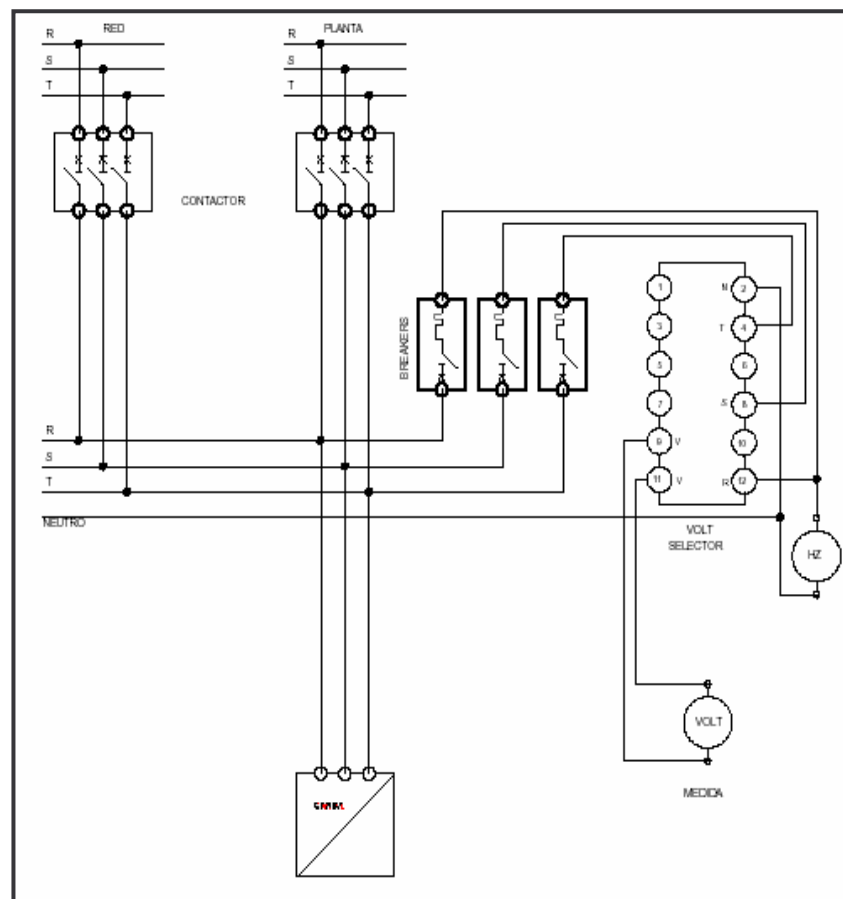
1.1 Dimensiones			
Modelos	Alto (mm)	Ancho (mm)	Fondo (mm)
ITA 28 a 45	600	400	200
ITA 63 a 200	700	500	300
ITA 230 a 300	900	700	300
ITA 350 a 1000	1200	800	350

Transferencias Eléctricas. Santiago de Cali: Velásquez Ltda., 2005. 1 folleto.

2.4.5 Selección de la transferencia. Para este caso en particular, donde la corriente promedio del Tablero principal es de 64, 88 Amp (Ver Cuadro de Cargas), la Transferencia que se ajustaría a las necesidades de Recollantas es el Modelo ITA 63 a 200.

Así mismo, la planta de emergencia deberá tener una capacidad de 25 KVA a 220 Vac

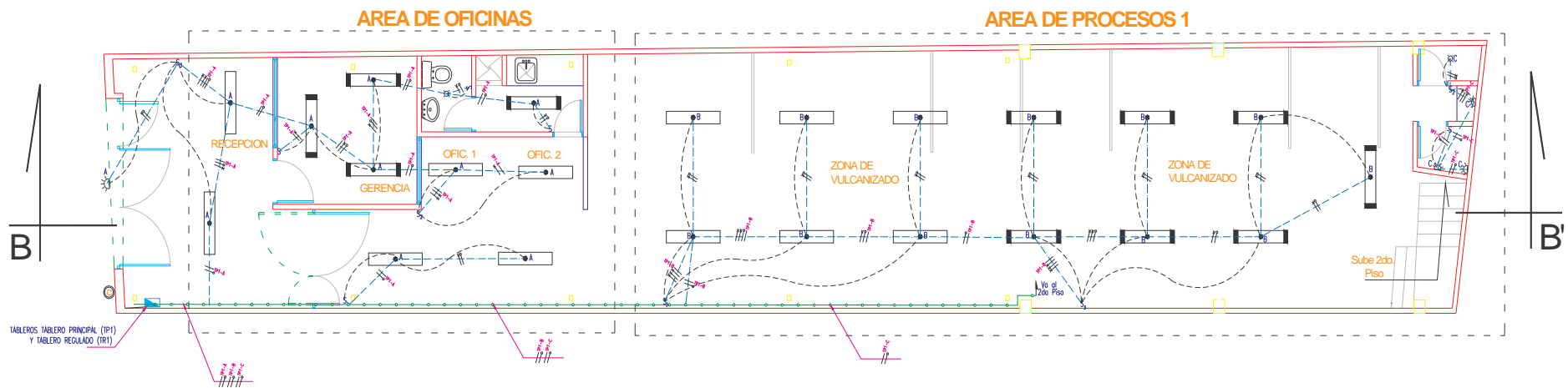
Figura 8. Esquema de transferencia automática.



Transferencias Eléctricas. Santiago de Cali: Velásquez Ltda., 2005. 1 folleto.

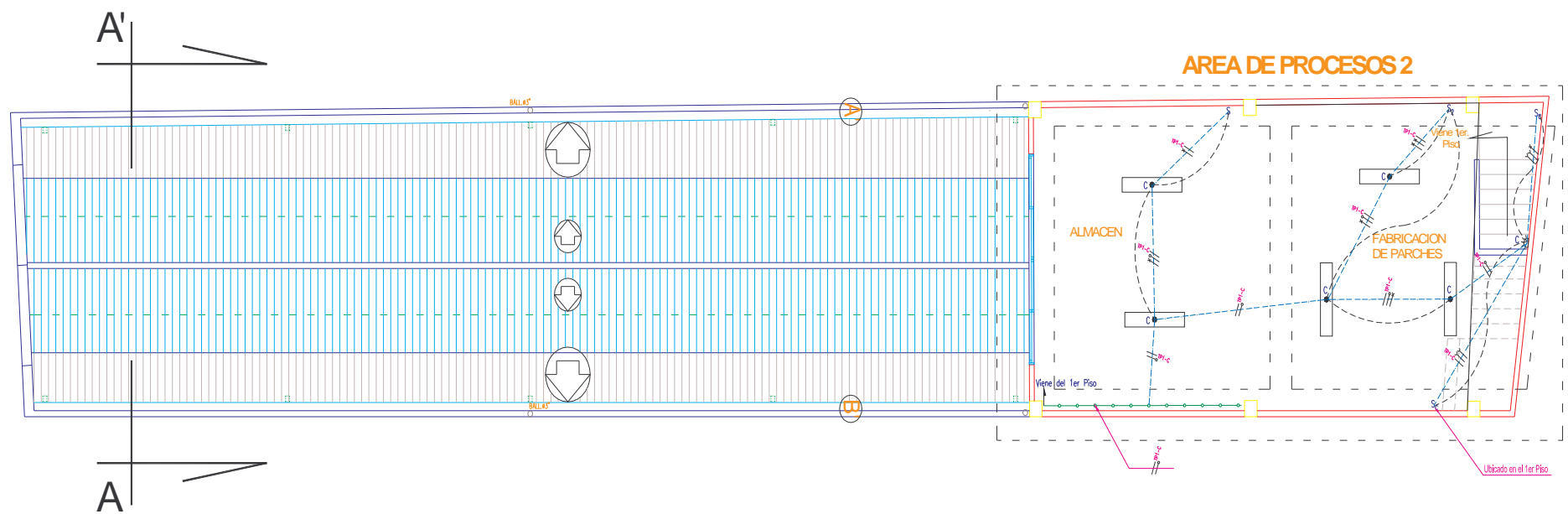
3. PLANOS INSTALACIONES ELECTRICAS

Plano 2. Planta eléctrica, sistema de iluminación, Recollantas.

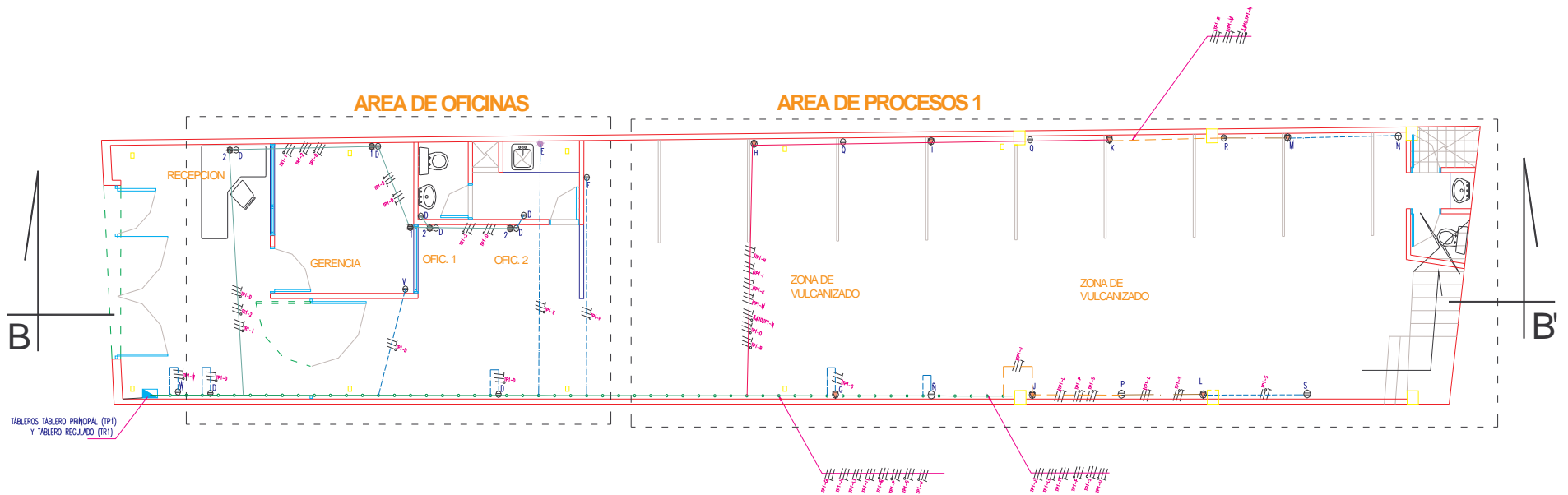


PLANTA GENERAL 1er. PISO

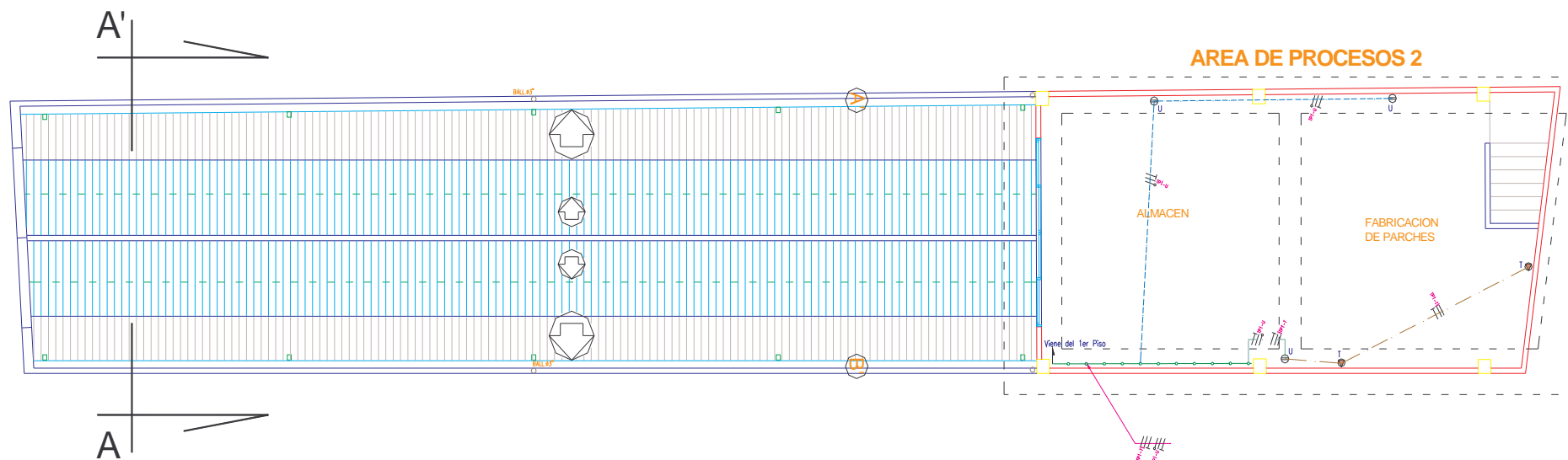
escala: 1 / 50



Plano 3. Planta eléctrica, tomas normales y red regulada, Recollantas.



PLANTA GENERAL 1er. PISO



PLANTA GENERAL 2o. PISO

NOTAS IMPORTANTES:

- SI NO APARECE NUMERO EN EL SIMBOLO INDICA EL PASO DE 1 CONDUCTOR DE ESE TIPO
- CUANDO NO APARECE ESPECIFICADO EL CALIBRE DEL CABLE SE TOMA COMO CALIBRE 12 AWG

NOMENCLATURA:

- = FASE
- = NEUTRO
- = TIERRA
- = RETORNO
- = CONMUTABLE
- = 3 CONDUCTORES TIPO FASE

2.#10,TR1-1-3
INDICA QUE ES ALIMENTADO POR LOS CIRCUITOS 1 Y 3
TABLERO REGULADO # 1
CALIBRE DEL CONDUCTOR 10 AWG
NUMERO DE CONDUCTORES 2

CONVENCIONES

	DUCTO METALICO DE 8x5 PULGADAS.		TUBO GALV. DIAM. 1 1/4 "
	TUBO GALV. DIAM. 1 1/2 "		TUBO GALV. DIAM. 1"
	TUBO GALV. DIAM. 2 "		TUBO GALV. DIAM. 3/4"
	TUBO GALV. DIAM. 3"		TUBO GALV. DIAM. 1/2" PARA SISTEMA TELEFONICO Y DE COMPUTO
	TOMA CORRIENTE NORMAL		INTERRUPTOR SENCILLO
	TOMA CORRIENTE REGULADO		INTERRUPTOR DOBLE
	TOMA TRIFILAR 220V		INTERRUPTOR TRIPLE
	TOMA SOBRE LAVAPLATOS,(Altura 1,5 m desde el piso)		INTERRUPTOR CONMUTABLE SENCILLO
	TOMA TRIFASICA 220V		INTERRUPTOR CONMUTABLE DOBLE
	TOMA CORRIENTE VENTILADOR		INTERRUPTOR CONMUTABLE TRIPLE
	PUNTO PARA CANALETA QUE BAJA-SUBE O ATRAVIESA MURO-DIVISION		ATENUADOR DE LUZ (DIMMER) DE 300W
	TOMA CORRIENTE TRIFASICO ALIM. ALIMENTACION DE LA UPS		ATENUADOR DE LUZ DOBLE(DIMMER) DE 300W C/U
	SALIDA DE TELEFONOS		LAMPARA TIPO BALA DE INCRUSTAR
	SALIDA DE DATOS		LAMPARA RETICULAR DE INCRUSTAR DE 4x17 W.
	CAJA DE PASO METALICA DE 12x12x6 PULG.		LAMPARA TIPO 2x32 W PARA DESCOLGAR
	CAJA DE PASO METALICA DE 6x6x4 PULG.		LAMPARA TIPO 2x32 W DE SOBREPONER
	SALIDA DE ILUMINACION EN MURO		SALIDA ALUMBRADO EN TECHO
	TABLEROS DE BREAKERS		

NOTA: Distribucion de Tubos PVC Por Cielo Falso Piso y Muro

4. CUADROS DE CARGAS

Tabla 11. Cargas por equipos.

CARGAS POR EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	VOLTAJE	CORRIENTE	POTENCIA(Kw.)	POTENCIA TOTAL(Kw.)
Maquina vulcanizadora Tip Top	7	220,00	1,61	0,50	3,50
Compresor de 7 HP	1	220,00	15,93	5,22	5,22
Struder (Pistola)	2	220,00	0,39	0,12	0,24
Grabador	1	220,00	0,39	0,12	0,12
Raspador	1	110,00	6,78	0,75	0,75
Lámpara Portátil	2	120,00	1,18	0,13	0,26
Taladro de 3/8"	5	110,00	3,00	0,33	1,65
Pulidora	1	110,00	5,00	0,55	0,55
Esmeril	1	115,00	1,62	0,19	0,19
Maquina de parches	1	220,00	0,39	0,12	0,12
Nevera con Dispensador de agua	1	110,00	7,27	0,80	0,80
Aire Acondicionado	1	110,00	20,00	2,20	2,20
Computador con impresora	1	110,00	10,00	1,10	1,10
Fax	1	110,00	1,09	0,12	0,12
Maquina eléctrica	1	110,00	1,09	0,12	0,12
TOTAL					16,93

4.1 TABLERO PRINCIPAL DE 42 CTOS. TRIFASICO DE RED NORMAL RECOLLANTAS TP1

Tabla 12. Tablero principal red normal Recollantas.

Ubicación	Circuito	Nombre del circuito	Lampara 2x32 (80w)	Aplicue de Pared (100w)	Salida Alumbrado en Techo (100W)	Tomas Normales	Tomas Especiales(11 0v)	Tomas Especiales(22 0v)	Potencia KVA	Fase	Neutro	Tierra	CORRIENTES		
													R	S	T
Iluminacion Area de Oficinas, (Fachada Gerencia ,Recepcion, Puestos de Trabajo 1 y 2, Cocina y Baño)	1	TP-A	10	1	1				1000	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	8,33		
Iluminacion Area de Procesos, (Zona de Vulcanizadoras 1er Piso,Baño)	2	TP-B	13						1040	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	8,67		
Iluminacion Area de Procesos, (Fabricacion Parches y Bodega 2do Piso)	3	TP-C	5	3	1				800	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		6,67	
Tomas Normales Area Oficinas(Gerencia,Baño, Oficinas 1 y 2, Pasillo)	4	TP-D				8			2400	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		20,00	
Toma Cocina	5	TP-E					1		3000	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg			25,00
Toma Nevera CON DISPENSADOR	6	TP-F					1		300	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg			2,50
Maquina Tip top 1	7,9	TP-G						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,61	1,61	
Maquina Tip top 2	8,10	TP-H						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		1,61	1,61
Maquina Tip top 3	11,13	TP-I						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,61		1,70
Maquina Tip top 4	12,14	TP-J						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,61	1,61	
Maquina Tip top 5	15,17	TP-K						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		1,61	1,61
Maquina Tip top 6	18,20	TP-L						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,61		1,61
Maquina Tip top 7	21,23	TP-M						1	500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,61	1,61	
Compresor de 7HP	24,26,28	TP-N						1	6000	#10 Awg	#10 Awg	#10 Awg	15,75	15,75	15,75
Struder (Pistola)	25,27	TP-N						1	300	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	0,96	0,96	
Grabador	29,31	TP-O						1	300	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		0,96	0,96
Raspador	30	TP-P					1		1000	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	8,33		
Taladros	32	TP-Q					2		500	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	4,17		
Pulidora	33	TP-R					1		800	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg		6,67	
Esmeril	34	TP-S					1		300	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg			2,61
maquina de Parches 2do Piso	35,37	TP-T						2	600	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	1,93	1,93	
Tomas Normales 2do Piso	36	TP-U				3			900	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	7,50		
Toma Aire Acond	40	TP-V					1		2000	#10 Awg	#10 Awg	#10 Awg			16,67
Toma ALIMENTACION UPS	39	TP-W					1		1000					8,33	
TOTALES			28	4	2	11	9	12	18640				63,67	60,97	70,01
										I Prom	64,88				
										Dif	1,21	3,91	5,12		
										% Desb.	7,89				

4.2 TABLERO DE 6 CTOS. MONOFASICO DE RED REGULADA TR1

Tabla 13. Tablero red regulada Recollantas.

Ubicación	Circuito#	Nombre del circuito	Tomas Regulado 300 KVA	Potencia KVA	Fase	Neutro	Tierra	Corrientes R	Breacker (Amp)
Tomas de computador e impresora de gerencia	1	TR1-1	2	600	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	5,00	1X15
Tomas de Recepción , Oficinas 1 y 2	2	TR1-2	3	900	#12 Awg	#12 Awg	#12 Awg	7,50	1X15
TOTALES			5	1500			I Prom.	12,50	

5. CANTIDAD DE OBRA SISTEMA ELECTRICO PLANTA RECOLLANTAS

Tabla 14. Lista de materiales red normal y regulada Recollantas.

SISTEMA RED NORMAL Y RED REGULADA RECOLLANTAS			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TUBO METALICO GALV. DE 1/2"	ML	15	
TUBO METALICO GALV. DE 3/4"	ML	150	
TUBO METALICO GALV. DE 1"	ML	12	
TUBO METALICO GALV. DE 1 1/4"	ML	15	
TUBO METALICO GALV. DE 1 1/2"	ML	10	
TUBO METALICO GALV. DE 2"	ML	15	
DUCTO METALICO 8x8" C/TAPA	ML	24	
CODO DE 90° PARA DUCTO DE 8x8 "	UND	1	
CABLE COBRE THW # 8	ML	10	
CABLE COBRE THW # 10	ML	150	
CABLE COBRE THW # 12	ML	200	
CAJA DE 4x4 SUPLEMENTO	UND	5	
CAJA DE EMPALME 6"x 6"x4"	UND	10	
CINTA AISLANTE 3M # 33X20 MTS	UND	5	
CINTA AUTOFUNDENTE 3M #23	UND	5	
ACOMETIDA AEREA # 6 THYW EN ALMA DE ALUMINIO	ML	30	
TOMA DOBLE GRADO HOSPITALARIO	UND	5	TOMA CORRIENTE SISTEMA REGULADO
TOMA DOBLE NORMAL P/TIERRA	UND	20	
TOMA BIFASICO 220V 3X20	UND	11	
TOMA TRIFASICO 220V 3X20	UND	1	
BREAKER MONOPOLAR DE 15 AMP	UND	12	
BREAKER MONOPOLAR DE 20 AMP	UND	1	
BREAKER MONOPOLAR DE 30 AMP	UND	1	
BREAKER MONOPOLAR DE 40 AMP	UND	1	
BREAKER BIPOLAR DE 15 AMP	UND	10	
BREAKER TRIPOLAR DE 20 AMP	UND	1	
INTERRUPTOR PRINCIPAL TRIFASICO 80 Amp.	UND	1	
TABLERO PRINCIPAL TRIFASICO DE 42 CTOS. C/PTA Y NEUTRO CON TOTALIZADOR	UND	1	TABLERO 3F 42 CTOS NTQ
TABLERO RED REGULADA MONOFASICO DE 6 CTOS. C/PTA Y NEUTRO	UND	1	TABLERO 1F 6 CTOS NTQ
UPS DE 1 KVA LCD serie ULTIMATE tipo TRUE ON-LINE DOBLE CONVERSION, ONDA SENOIDAL, AUTONOMIA EXPANDIBLE, BYPASS AUTOMATICO Y DE MANTENIMIENTO Tecnología PWM de alta frecuencia. Entrada trifásica nominal 208 Voltios. Salida nominal 3 x 208 Voltios (trifásico) y 1 x 120	UND	1	

Tabla 15. Lista de materiales sistema de iluminación planta Recollantas.

SISTEMA DE ILUMINACION PLANTA RECOLLANTAS			
DESCRIPCION	UND.	CANT	OBSERVACIONES
CABLE COBRE THW # 12	ML	100	
CAJA METALICA 2x4	UND	13	
CAJA METALICA 4x4	UND	5	
INTERRUPTOR SENCILLO	UND	8	
INTERRUPTOR SENCILLO CONMUTABLE	UND	1	
INTERRUPTOR DOBLE	UND	4	
INTERRUPTOR TRIPLE	UND	3	
BOMBILLO INCANDESCENTE 100W	UND	6	
PLAFON PARA BOMBILLO	UND	6	
LAMPARA ELECTRONICA 2x32 SOBREPONER O DESCOLGAR	UND	25	REFERENCIA: ISP -240 SEGÚN TABLA 3
LAMPARA ELECTRONICA 2x32 INCRUSTAR	UND	3	REFERENCIA: RAS -A 240 SEGÚN TABLA 3
DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES (TVSS)	UND	1	

BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código Eléctrico Colombiano. Primera Actualización. Santa Fe de Bogotá D.C: ICONTEC, 2000. 955 p. NTC 2050.

Iluminaciones Técnicas. Santiago de Cali, 2002. 1 folleto.

Lámparas Silvana. Santa Fe de Bogotá D.C, 2000. 1 folleto.

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. 405 p.

Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas. Santa Fe de Bogotá D.C: RETIE, 2004. 119 p.

Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. 1 folleto.

Transferencias Eléctricas. Santiago de Cali: Velásquez Ltda., 2005. 1 folleto.

ANEXOS

Anexo A. Tablas

Tabla 16. Características de las lámparas más usadas.

Tipo	Potencia de lamp.(W)	Flujo (lumenes)	Depreciación del flujo (%)	Vida nominal (horas)	Temp. de color (°K)	Índice reprod. cromática (IRC)	Eficacia (lm/W)
Incandescente Halógena de Cuarzo (casquillo de rosca y de bayoneta)							
	75 w	1050	96	1500	3000	100	14.00
	100 w	1400	96	2000	3000	100	14.00
	250 w	4200	96	2000	3000	100	16.80
Incandescente Mini Halógena de Cuarzo (12 voltios)							
	20 w	260	95	4000	3050	100	13.00
	50 w	895	95	4000	3050	100	17.90
	75 w	1300	95	4000	3050	100	17.33
Fluorescentes Tubulares Rectos							
	20 w (DL)	1050	83	7500	6300	76	40.38
	20 w (W)	1200	83	7500	3450	57	46.15
	20 w (CW)	1250	83	7500	4250	62	48.07
	20 w (WW)	1300	83	7500	3020	52	50.00
	20 w (CWX)	850	83	7500	4050	89	32.69
	20 w (WWX)	820	83	7500	2940	67	31.15
	40 w (DL)	2500	83	7500	6300	76	57.60
	40 w (W)	3200	83	7500	3450	57	69.56
	40 w (CW)	3150	83	7500	4250	62	68.47
	40 w (WW)	3200	83	7500	3020	52	69.56
	40w (CWX)	2200	83	7500	4050	89	47.82
	40 w (WWX)	2165	83	7500	2940	67	47.06
	75 w (DL)	5425	83	12000	6300	76	63.82
Fluorescentes Circulares (Circulinas)							
	22 w (DL)	960	83	12000	6300	76	34.28
	32 w (DL)	1580	83	12000	6300	76	41.57
	40 w (DL)	2230	83	12000	6300	76	50.65
Fluorescentes compactos							
	5 w	250	83	10000	2700	81	27.77
	7 w	400	83	10000	2700	81	36.36
	9 w	570	83	10000	2700	81	43.84
	11w	900	83	10000	2700	81	60.00

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 128.

Tipo	Potencia de lamp.(W)	Flujo (lumenes)	Depreciación del flujo (%)	Vida nominal (horas)	Temp. de color (°K)	Indice reprod. cromática (IRC)	Eficacia (lm/W)
Incandescente Común							
	25 w	230	90	1000	2550	80	9.20
	40 w	430	90	1000	2650	80	10.75
	50 w	575	90	1000	2700	80	11.50
	60 w	730	90	1000	2790	80	12.16
	75 w	960	90	1000	2840	80	12.80
	100 w	1380	90	1000	2905	80	13.80
	150 w	2240	90	1000	2930	80	14.93
	200 w	3150	90	1000	2890	80	15.75
	300 w	4735	90	1000	3000	80	15.78
	500 w	9270	90	1000	3050	80	18.54
Incandescente Reflectora de Vidrio Soplado							
	60 w	450	90	1000	3000	80	7.50
	100 w	925	90	1000	3200	80	9.25
	150 w	1350	90	1000	3200	80	9.00
Incandescente Reflectora de Vidrio Prensado (Tipo PAR)							
	100 w	820	90	2000	3200	80	8.20
	150 w	1400	90	2000	3200	80	9.33
Incandescente Halógena de Cuarzo (doble contacto)							
	100 w	1650	96	1500	3000	100	16.50
	150 w	2500	96	1500	3000	100	16.66
	200 w	3200	96	1500	3000	100	16.00
	300 w	5000	96	1500	3000	100	16.66
	400 w	7000	96	2000	3000	100	17.50
	500 w	9500	96	2000	3200	100	19.00
	1000 w	22000	93	2000	3200	100	22.00
	1500 w	33000	93	2000	3200	100	22.00

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 129.

Tipo	Potencia de lamp.(W)	Flujo (lumenes)	Depreciación del flujo (%)	Vida nominal (horas)	Temp. de color (°K)	Índice reprod. cromática (IRC)	Eficacia (lm/W)
Luz Mixta							
160 w	3150	70	5000	3600	65	19.68	
250 w	5500	70	5000	3800	63	22.00	
500 w	14000	70	5000	4100	60	28.00	
Vapor de Mercurio Alta Presión							
80 w	3800	70	24000	3400	55	43.67	
125 w	6300	70	24000	3350	54	47.36	
250 w	13500	75	24000	3300	51	50.00	
400 w	23000	71	24000	3200	49	53.24	
Vapor de Sodio Alta Presión (tubulares claras)							
70 w	5800	82	24000	2100	21	75.32	
150 w	14000	82	24000	2100	21	84.84	
250 w	27000	82	24000	2100	21	98.18	
400 w	50000	82	24000	2100	21	113.63	
Halogenuros Metálicos							
250 w	19000	85	15000	6000	93	69.09	
400 w	25000	85	15000	6000	85	56.81	
Vapor de Sodio Baja Presión (no son usadas comunmente en el Perú)							
18 w	1800	ND	18000	1800	0	72.00	
35 w	4800	ND	20000	1800	0	85.71	
55 w	8000	ND	20000	1800	0	105.26	
90 w	13500	ND	20000	1800	0	119.47	
135 w	22500	ND	20000	1800	0	128.57	
180 w	33000	ND	20000	1800	0	150.00	

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 130.

NOTA: Las características de las lámparas especificadas no son iguales en todas las marcas. Estas tienen ligeras variaciones según los diferentes fabricantes. Asimismo, las potencias de lámparas especificadas no son las únicas en las que estas se fabrican. La eficacia de las lámparas de descarga especificadas incluyen las pérdidas de los respectivos balastos. Se ha estimado 6w para las lámparas fluorescentes, 8% de la potencia de lámpara para las de mercurio y 10% de la

potencia de lámpara para las de sodio alta presión así como para las de halogenuros metálicos. De acuerdo con lo especificado por los fabricantes de lámparas de sodio baja presión, para las lámparas de 128w reconsideran pérdidas de 7w; para las de 35w se consideran pérdidas de 21w, lo mismo que para las de 55w. Para las de 90w, las perdidas consideradas son de 24w, así como de 40w para las de 135w y 180w.

Tabla 17. Porcentaje de Reflejanancias de Cavidad de Techo y de Piso para Varias Combinaciones de Reflejanancias.

Per Cent Basal Reflectance	90										80										70										60										50									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0										
Per Cent Wall Reflectance	90 <td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	80 <td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	70 <td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	60 <td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	50 <td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	40 <td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	30 <td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	20 <td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	10 <td>0</td> <td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0	90 <td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	80 <td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	70 <td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	60 <td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	50 <td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	40 <td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	30 <td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	20 <td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	10 <td>0</td> <td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0	90 <td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	80 <td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	70 <td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	60 <td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	50 <td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	40 <td>30<td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	30 <td>20<td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	20 <td>10<td>0</td><td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	10 <td>0</td> <td>90<td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0	90 <td>80<td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	80 <td>70<td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td></td>	70 <td>60<td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td></td>	60 <td>50<td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td></td>	50 <td>40<td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td></td>	40 <td>30<td>20<td>10<td>0</td></td></td></td>	30 <td>20<td>10<td>0</td></td></td>	20 <td>10<td>0</td></td>	10 <td>0</td>	0										
Cavity Ratio																																																		
0.2	89	86	86	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	77	76	75	75	74	72	70	69	68	68	67	67	66	65	65	64	60	59	59	58	58	57	56	56	55	53	50	50	49	49	48	48	47	46	46	44
0.4	88	87	86	85	84	83	81	80	79	76	75	77	76	75	74	73	72	71	70	68	68	67	66	65	64	63	62	61	58	58	59	58	57	55	54	53	52	50	50	49	48	47	46	45	45	44	42			
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	66	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	53	51	51	50	48	50	48	47	46	45	44	43	41			
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	75	75	73	71	69	67	65	63	61	57	88	86	84	82	80	78	76	75	73	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43	50	48	47	45	44	42	40	39	38	
1.0	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41	50	48	46	44	43	41	38	37	36	34
1.2	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51	67	64	61	59	57	54	50	48	46	44	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38	50	47	45	43	41	39	36	35	34	29
1.4	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	59	56	53	49	47	44	41	39	38	36	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27
1.6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44	67	62	60	56	53	47	46	43	41	38	59	56	52	48	45	42	39	37	35	33	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26
1.8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	48	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	66	61	58	54	51	46	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25
2.0	83	77	72	67	62	58	53	50	47	43	74	69	64	60	56	52	48	45	41	38	66	60	56	52	49	45	40	38	36	33	58	54	50	46	43	39	35	33	31	29	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24
2.2	82	76	70	65	59	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35	65	60	55	51	48	43	38	36	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22
2.4	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21
2.6	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31	65	59	54	49	45	40	35	33	30	28	58	53	48	43	39	36	31	28	26	24	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20
2.8	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	73	65	59	53	48	43	39	36	32	29	65	59	53	48	43	38	33	30	28	26	58	53	47	43	38	34	29	27	24	22	60	46	41	36	33	28	25	22	20	19
3.0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17
3.2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18	50	44	38	35	31	27	23	20	18	16
3.4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17	50	44	38	35	30	26	22	19	17	15
3.6	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16	50	44	38	34	29	25	21	18	16	14
3.8	78	69	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22	63	56	49	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15	50	44	38	34	29	25	21	17	15	13
4.0	77	69	58	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	20	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12
4.2	77	62	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12
4.4	76	61	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	49	42	36	31	27	22	18	16	13	50	43	37	32	27	23	18	16	13	11
4.6	76	60	55	47	40	35	30	26	22	19	68	59	50	43	37	32	27	23	19	15	62	53	45	38	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	16	13	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10
4.8	75	59	54	46	39	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09
5.0	75	59	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14	61	52	44	36	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09
6.0	73	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	38	31	27	22	19	15	10	60	51	41	35	28	24	19	15	13	09	55	45	37	31	26	21	17	14	11	07	50	42	34	29	23	19	15	13	10	08
7.0	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	64	53	41	35	28	24	19	16	12	07	58	48	38	32	26	22	17	14	11	08	54	43	35	30	24	20	15	12	09	05	48	41	32	27	21	18	14	11	08	05
8.0	68	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05	57	46	35	29	23	19	15	13	10	05	53	42	33	28	22	18	14	11	08	04	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03
9.0	66	52	38	31	25	21	16	14	11	05	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04	56	45	33	27	21	18	14	12	09	04	52	40	31	26	20	16	12	10	07	03	48	39	29	24	18	15	11	09	07	03
10.0	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03	55	43	31	25	19	16	12	10	08	03	51	39	29	24	18	15	11	09	07	02	47	37	27	22	17	14	10	06	06	02

* Values in this table are based on a length to width ratio of 1.8.
† Ceiling, floor or floor of cavity

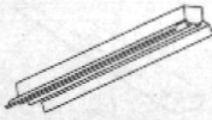
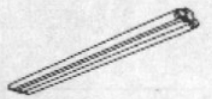
Per Cent Base† Reflectance	40										30										20										10										0										
Per Cent Wall Reflectance	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0											
Cavity Ratio																																																			
0.2	40	40	39	38	36	34	32	30	28	27	31	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	20	20	20	19	19	19	17	11	11	11	10	10	10	09	08	09	02	02	02	01	01	01	00	00	0			
0.4	41	40	39	38	37	36	34	32	31	30	31	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	20	20	19	19	18	18	18	12	11	11	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	02	02	02	01	01	00	0	
0.6	41	40	39	38	37	36	34	32	32	31	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	17	15	13	13	12	11	11	10	10	09	08	08	05	05	04	03	03	02	02	01	01	0		
0.8	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29	32	31	30	29	28	28	25	25	23	22	24	22	21	20	19	19	18	17	16	14	16	14	13	12	11	10	10	09	08	07	07	06	06	04	04	03	02	02	01	0	
1.0	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13	16	14	13	12	12	11	10	09	08	07	08	07	06	05	04	03	02	02	01	0	
1.2	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12	17	15	14	13	12	11	10	09	07	06	10	08	07	06	05	04	03	02	01	0	
1.4	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	08	07	06	04	03	02	01	0	
1.6	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11	19	17	15	14	12	11	10	09	08	07	06	12	10	09	07	06	05	03	02	01	0
1.8	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	16	14	12	10	19	17	15	14	13	11	09	08	06	06	13	11	09	08	07	05	04	03	01	0	
2.0	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09	20	18	16	14	13	11	09	08	06	06	14	12	10	09	07	06	04	03	01	0	
2.2	42	39	36	33	30	27	24	22	19	18	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09	21	19	16	14	13	11	09	07	06	05	15	13	11	09	07	06	04	03	01	0	
2.4	43	39	35	33	29	27	24	21	18	17	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08	22	19	17	15	13	11	09	07	06	05	16	13	11	09	08	06	04	03	01	0	
2.6	43	39	35	32	29	26	23	20	17	15	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	06	05	03	02	0	
2.8	43	39	35	32	28	25	22	19	16	14	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	16	15	13	11	09	07	23	20	18	16	13	11	09	07	06	03	17	15	13	10	08	07	05	03	02	0
3.0	43	39	35	31	27	24	21	18	16	13	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07	24	21	18	16	13	11	09	07	05	03	18	16	13	11	09	07	05	03	02	0	
3.2	43	39	35	31	27	23	20	17	15	13	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06	25	21	18	16	13	11	09	07	06	03	19	16	14	11	09	07	05	03	02	0	
3.4	43	39	34	30	26	23	20	17	14	12	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	18	16	13	11	09	07	05	03	20	17	14	12	09	07	05	03	02	0	
3.6	44	39	34	30	26	22	19	16	14	11	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	19	16	13	11	09	06	04	03	20	17	15	12	10	08	05	04	02	0	
3.8	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05	27	23	19	17	14	11	09	06	04	02	21	18	15	12	10	08	05	04	02	0	
4.0	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05	27	23	20	17	14	11	09	06	04	02	22	18	15	13	10	08	05	04	02	0	
4.2	44	38	33	29	24	21	17	15	12	10	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	16	13	10	08	06	04	02	0	
4.4	44	38	33	28	24	20	17	14	11	09	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	08	06	04	02	23	19	16	13	10	08	06	04	02	0	
4.6	44	38	32	28	23	19	16	14	11	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	08	07	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	23	20	17	13	11	08	06	04	02	0	
4.8	44	38	32	27	22	18	16	13	10	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	24	20	17	14	11	08	06	04	02	0	
5.0	45	38	31	27	22	18	15	13	10	07	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04	30	25	20	17	14	11	08	06	04	02	25	21	17	14	11	08	06	04	02	0	
6.0	44	37	30	25	20	17	13	11	08	05	39	33	27	23	18	15	11	09	06	04	36	30	24	20	16	13	10	08	05	02	31	26	21	18	14	11	08	06	03	01	27	23	18	15	12	09	06	04	02	0	
7.0	44	36	29	24	19	16	12	10	07	04	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02	32	27	21	17	13	11	08	06	03	01	28	24	19	15	12	09	06	04	02	0	
8.0	44	35	28	23	18	15	11	08	06	03	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01	33	27	21	17	13	10	07	05	03	01	30	25	20	15	12	09	06	04	02	0	
9.0	44	35	26	21	16	13	10	08	05	02	40	33	25	20	15	12	09	07	04	02	37	29	23	19	14	11	08	06	03	01	34	28	21	17	13	10	07	05	02	01	31	26	20	15	12	09	06	04	02	0	
10.0	43	34	26	20	15	12	08	07	05	02	40	32	24	19	14	11	08	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01	34	28	21	17	12	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	0	

* Values in this table are based on a length to width ratio of 1.8.
† Ceiling, floor or floor of cavity.

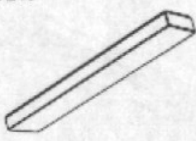
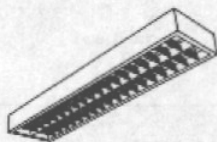
* Values in this table are based on a length to width ratio of 1.6.

† Ceiling, floor or floor of cavity.

Tabla 18. Coeficientes de utilización (cu), criterios de espaciamentos (sc) y categorías de mantenimiento (saint). cat.) de luminarias típicas.

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		p _c			80			70			50			30			10			0	WDR	p _{ce}
			p _a			50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0		
	Maint. Cat.	SC	RCR	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (p _a = 20)																			RCR
	II	1.3	0	.99	.99	.99	.94	.94	.94	.85	.85	.85	.77	.77	.77	.69	.69	.69	.65				
			1	.87	.84	.81	.83	.80	.77	.75	.73	.71	.68	.66	.65	.62	.60	.59	.56	236	1		
			2	.77	.71	.67	.73	.68	.64	.67	.63	.60	.60	.58	.55	.55	.53	.51	.48	220	2		
			3	.68	.62	.56	.65	.59	.54	.59	.55	.51	.54	.50	.47	.49	.46	.44	.41	203	3		
			4	.61	.54	.48	.58	.52	.47	.53	.48	.44	.48	.44	.41	.44	.41	.38	.35	186	4		
			5	.54	.47	.42	.52	.46	.41	.48	.42	.38	.44	.39	.36	.40	.36	.33	.31	170	5		
			6	.49	.42	.37	.47	.40	.36	.43	.38	.34	.40	.35	.32	.36	.33	.30	.27	157	6		
			7	.45	.37	.32	.43	.36	.32	.39	.34	.30	.36	.32	.28	.33	.29	.26	.24	145	7		
			8	.41	.34	.29	.39	.33	.28	.36	.31	.27	.33	.29	.25	.31	.27	.24	.22	135	8		
			9	.37	.31	.26	.36	.30	.25	.33	.28	.24	.31	.26	.23	.28	.24	.22	.20	126	9		
			10	.34	.28	.24	.33	.27	.23	.31	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.18	118	10		
	I	1.3	0	1.02	1.02	1.02	.99	.99	.99	.92	.92	.92	.86	.86	.86	.81	.81	.81	.78				
			1	.85	.80	.76	.82	.78	.74	.76	.73	.70	.71	.68	.66	.67	.64	.62	.60	467	1		
			2	.72	.65	.59	.70	.63	.58	.65	.60	.55	.61	.56	.52	.67	.53	.50	.47	387	2		
			3	.63	.55	.48	.60	.53	.47	.56	.50	.45	.53	.47	.43	.49	.45	.41	.38	331	3		
			4	.55	.46	.40	.53	.45	.39	.50	.43	.37	.46	.41	.36	.43	.38	.34	.32	289	4		
			5	.49	.40	.34	.47	.39	.33	.44	.37	.32	.41	.35	.31	.39	.34	.29	.27	255	5		
			6	.43	.35	.29	.42	.34	.29	.40	.33	.28	.37	.31	.27	.35	.30	.26	.23	228	6		
			7	.39	.31	.25	.38	.30	.25	.36	.29	.24	.34	.28	.23	.32	.26	.22	.20	206	7		
			8	.36	.28	.22	.35	.27	.22	.33	.26	.21	.31	.25	.21	.29	.24	.20	.18	188	8		
			9	.33	.25	.20	.32	.25	.20	.30	.24	.19	.28	.23	.18	.27	.22	.18	.16	173	9		
			10	.30	.23	.18	.29	.22	.18	.28	.21	.17	.26	.21	.17	.25	.20	.16	.14	159	10		

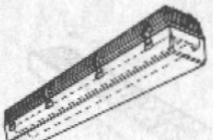


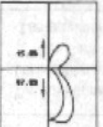
Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 221.

	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens	p_c	80			70			50			30			10			0	WDR	p_{ce}	
			p_a			50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0		p_a	
		Maint. Cat.	SC	RCR	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($p_a = 20$)																RCR
TPR-240 	V	1.3	0	.52	.52	.52	.50	.50	.50	.46	.46	.46	.43	.43	.43	.39	.39	.39	.38		
			1	.44	.42	.40	.42	.40	.39	.39	.37	.36	.36	.35	.33	.33	.32	.31	.30	.201	1
			2	.38	.35	.32	.37	.33	.31	.34	.31	.29	.31	.29	.27	.28	.27	.25	.24	.171	2
			3	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.29	.26	.24	.27	.25	.22	.25	.23	.21	.20	.149	3
			4	.29	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.23	.20	.24	.21	.19	.22	.20	.18	.17	.132	4
			5	.26	.22	.19	.25	.21	.18	.23	.20	.17	.21	.18	.16	.20	.17	.15	.14	.117	5
			6	.23	.19	.16	.22	.18	.16	.21	.17	.15	.19	.16	.14	.18	.15	.13	.12	.106	6
			7	.21	.17	.14	.20	.16	.14	.19	.15	.13	.17	.15	.12	.16	.14	.12	.11	.096	7
			8	.19	.15	.12	.18	.15	.12	.17	.14	.12	.16	.13	.11	.15	.12	.11	.10	.088	8
			9	.17	.14	.11	.17	.13	.11	.16	.13	.10	.15	.12	.10	.14	.11	.09	.09	.081	9
			10	.16	.12	.10	.15	.12	.10	.14	.11	.09	.14	.11	.09	.13	.10	.09	.08	.075	10
RAS - A 240 	II	1.5/1.1	0	.83	.83	.83	.79	.79	.79	.72	.72	.72	.65	.65	.65	.59	.59	.59	.56		
			1	.74	.72	.70	.71	.69	.67	.65	.63	.62	.59	.58	.57	.54	.53	.52	.50	.160	1
			2	.66	.62	.59	.64	.60	.57	.58	.56	.53	.54	.51	.49	.49	.47	.46	.44	.158	2
			3	.59	.54	.50	.57	.53	.49	.53	.49	.46	.48	.48	.43	.45	.42	.40	.38	.150	3
			4	.53	.48	.44	.51	.46	.42	.47	.43	.40	.44	.41	.38	.40	.38	.36	.34	.141	4
			5	.48	.42	.38	.46	.41	.37	.43	.39	.35	.40	.36	.33	.37	.34	.32	.30	.132	5
			6	.44	.38	.34	.42	.37	.33	.39	.35	.31	.36	.33	.30	.34	.31	.28	.27	.124	6
			7	.40	.34	.30	.38	.33	.29	.36	.31	.28	.33	.30	.27	.31	.28	.25	.24	.116	7
			8	.36	.31	.27	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.31	.27	.24	.29	.25	.23	.21	.109	8
			9	.33	.28	.24	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.28	.24	.22	.26	.23	.21	.19	.102	9
			10	.31	.25	.22	.30	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.25	.21	.19	.18	.026	10

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 222.

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρ_s		80			70			50			30			10			0	WDR	ρ_{cc}	
			ρ_w		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0		ρ_w	
	Maint. Cat.	SC	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($\rho_w = 20$)																	RCR			
ISP - 240	II	1.3	0	.99	.99	.99	.94	.94	.94	.85	.85	.85	.77	.77	.77	.69	.69	.69	.65				
			1	.87	.84	.81	.83	.80	.77	.75	.73	.71	.68	.66	.65	.62	.60	.59	.56	236	1		
			2	.77	.71	.67	.73	.68	.64	.67	.63	.60	.60	.58	.55	.55	.53	.51	.48	220	2		
			3	.68	.62	.56	.65	.59	.54	.59	.55	.51	.54	.50	.47	.49	.46	.44	.41	203	3		
			4	.61	.54	.48	.58	.52	.47	.53	.48	.44	.48	.44	.41	.44	.41	.38	.35	186	4		
			5	.54	.47	.42	.52	.46	.41	.48	.42	.38	.44	.39	.36	.40	.36	.33	.31	170	5		
			6	.49	.42	.37	.47	.40	.36	.43	.38	.34	.40	.35	.32	.36	.33	.30	.27	157	6		
			7	.45	.37	.32	.43	.36	.32	.39	.34	.30	.36	.32	.28	.33	.29	.26	.24	145	7		
			8	.41	.34	.29	.39	.33	.28	.36	.31	.27	.33	.29	.25	.31	.27	.24	.22	135	8		
			9	.37	.31	.26	.36	.30	.25	.33	.28	.24	.31	.26	.23	.28	.24	.22	.20	126	9		
			10	.34	.28	.24	.33	.27	.23	.31	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.18	118	10		
CM - 240	I	1.3	0	1.02	1.02	1.02	.99	.99	.99	.92	.92	.92	.86	.86	.86	.81	.81	.81	.78				
			1	.85	.80	.76	.82	.78	.74	.76	.73	.70	.71	.68	.66	.67	.64	.62	.60	467	1		
			2	.72	.65	.59	.70	.63	.58	.65	.60	.55	.61	.56	.52	.67	.53	.50	.47	387	2		
			3	.63	.55	.48	.60	.53	.47	.58	.50	.45	.53	.47	.43	.49	.45	.41	.38	331	3		
			4	.55	.46	.40	.53	.45	.39	.50	.43	.37	.46	.41	.36	.43	.38	.34	.32	289	4		
			5	.49	.40	.34	.47	.39	.33	.44	.37	.32	.41	.35	.31	.39	.34	.29	.27	255	5		
			6	.43	.35	.29	.42	.34	.29	.40	.33	.28	.37	.31	.27	.35	.30	.26	.23	228	6		
			7	.39	.31	.25	.38	.30	.25	.36	.29	.24	.34	.28	.23	.32	.26	.22	.20	206	7		
			8	.36	.28	.22	.35	.27	.22	.33	.26	.21	.31	.25	.21	.29	.24	.20	.18	188	8		
			9	.33	.25	.20	.32	.25	.20	.30	.24	.19	.28	.23	.18	.27	.22	.18	.16	173	9		
			10	.30	.23	.18	.29	.22	.18	.28	.21	.17	.26	.21	.17	.25	.20	.16	.14	159	10		

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 223.

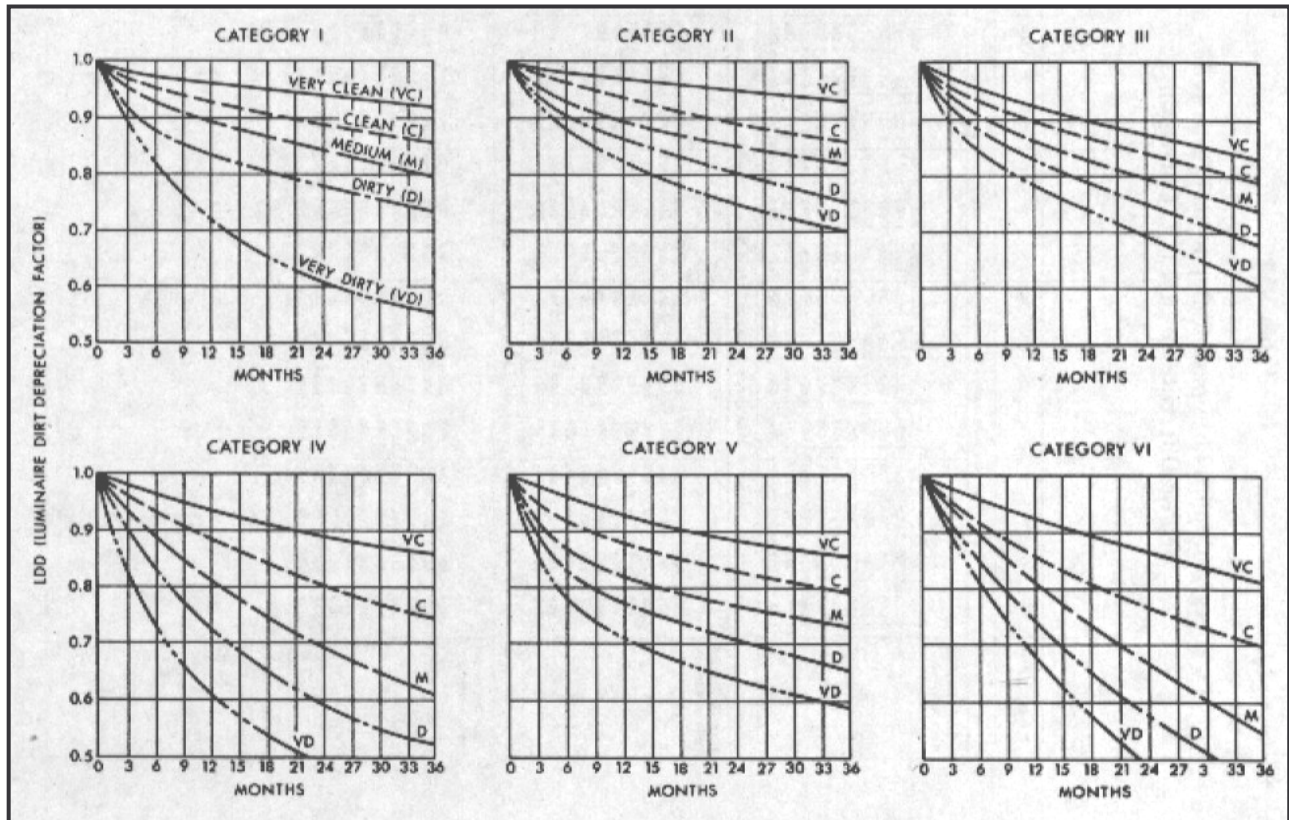
	Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens	ρ_c	80			70			50			30			10			0	WDR	ρ_{cc}			
			ρ_w			50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0			ρ_w		
			Maint. Cat.	SC	RCR	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($\rho_c = 20$)																	RCR
AHR - 240	I	1.4/1.2	0	1.13	1.13	1.13	1.09	1.09	1.09	1.01	1.01	1.01	.94	.94	.94	.88	.88	.88	.85			464	1
1	.95	.90	.86	.92	.87	.83	.85	.82	.78	.79	.76	.74	.74	.72	.69	.66	.66	.66	.64			2	
2	.82	.74	.68	.79	.72	.66	.73	.66	.63	.68	.64	.60	.63	.60	.58	.53	.53	.53	.53			394	2
3	.71	.62	.55	.69	.61	.54	.64	.57	.52	.59	.54	.49	.55	.51	.47	.44	.44	.44	.44			342	3
4	.62	.53	.46	.60	.52	.45	.56	.49	.43	.52	.46	.41	.49	.44	.40	.37	.37	.37	.37			300	4
5	.55	.46	.39	.54	.45	.39	.50	.43	.37	.47	.40	.36	.44	.38	.34	.32	.32	.32	.32			267	5
6	.50	.41	.34	.48	.40	.33	.45	.38	.32	.42	.36	.31	.39	.34	.30	.27	.27	.27	.27			240	6
7	.45	.36	.30	.43	.35	.29	.41	.34	.28	.38	.32	.27	.36	.30	.26	.24	.24	.24	.24			218	7
8	.41	.32	.26	.40	.32	.26	.37	.30	.25	.35	.29	.24	.33	.27	.23	.21	.21	.21	.21			199	8
9	.37	.29	.24	.36	.28	.23	.34	.27	.22	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.19	.19	.19	.19			183	9
10	.34	.26	.21	.33	.26	.21	.32	.25	.20	.30	.24	.20	.28	.23	.19	.17	.17	.17	.17			170	10
PRISMALUX 240	V	1.5/1.2	0	.81	.81	.81	.78	.78	.78	.72	.72	.72	.66	.66	.66	.61	.61	.61	.59			223	1
1	.71	.68	.66	.68	.66	.63	.63	.61	.59	.58	.57	.56	.54	.53	.52	.50	.50	.50	.50			201	2
2	.63	.58	.55	.60	.56	.53	.56	.53	.50	.52	.50	.47	.48	.46	.45	.43	.43	.43	.43			183	3
3	.56	.50	.46	.54	.49	.45	.50	.46	.43	.47	.43	.41	.43	.41	.39	.37	.37	.37	.37			167	4
4	.50	.44	.40	.48	.43	.39	.45	.40	.37	.42	.38	.35	.39	.36	.34	.32	.32	.32	.32			153	5
5	.45	.39	.34	.43	.38	.34	.40	.36	.32	.38	.34	.31	.35	.32	.30	.28	.28	.28	.28			142	6
6	.40	.34	.30	.39	.34	.30	.37	.32	.28	.34	.30	.27	.32	.29	.26	.25	.25	.25	.25			131	7
7	.37	.31	.27	.35	.30	.26	.33	.29	.25	.31	.27	.24	.30	.26	.23	.22	.22	.22	.22			122	8
8	.33	.28	.24	.32	.27	.23	.30	.26	.23	.29	.25	.22	.27	.24	.21	.20	.20	.20	.20			114	9
9	.31	.25	.21	.30	.25	.21	.28	.24	.20	.26	.23	.20	.25	.22	.19	.18	.18	.18	.18			107	10
10	.28	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.21	.18	.24	.21	.18	.23	.20	.17	.16	.16	.16	.16				

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 224.

Tabla 19. Factores multiplicadores para reflejancias efectivas de cavidad de piso diferentes al 20% (cu corregido).

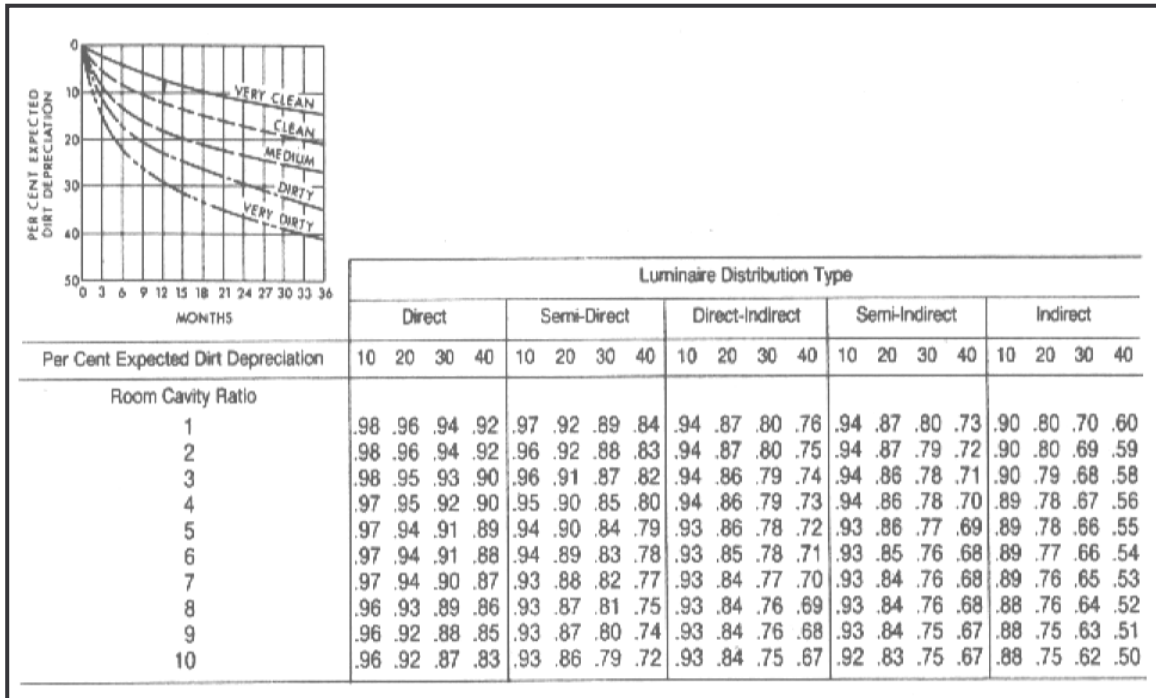
% Reflejanca Efectiva de Cavidad del Techo, P_{te}	80				70				50			30			10		
% Reflejanca de Paredes, P_w	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Para 30% de Reflejanca Efectiva de Cavidad de Piso ($20\% = 1.00$)																	
Ratio de Cavidad de la habitación																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.038	1.028	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.068	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.006
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.058	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
Para 10% de Reflejanca Efectiva de Cavidad de Piso ($20\% = 1.00$)																	
Ratio de Cavidad de la habitación																	
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.978	.980	.985	.988	.991	.995
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.988	.991	.987	.992	.996
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997
6	.963	.969	.980	.986	.968	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997
7	.967	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999
Para 0% de Reflejanca Efectiva de Cavidad de Piso ($20\% = 1.00$)																	
Ratio de Cavidad de la habitación																	
1	.850	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.915	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.916	.928	.925	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.938	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.968	.979	.991	.975	.986	.996
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.988	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.968	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999

Tabla 20. Depreciación por polvo en la luminaria (LDD) (para seis categorías de luminarias y cinco condiciones de suciedad).



Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 228.

Tabla 21. Depreciación por polvo en las superficies de la habitación (RSDD).



Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. p. 229.

Anexo B. Hojas de cálculo luminarias.

HOJA DE CALCULO DE LA ILUMINANCIA EN INTERIORES PLANTA RECOLLANTAS LTDA.

Nombre del Ambiente: OFICINA GERENCIA

Calculo Hecho por:

ALEX DE LA CRUZ

1). Dimensiones del ambiente:

A= 3,20 m
L= 2,90 m
H= 2,44 m
Area= 9,28 m²

Hrc= 1,64
Hcc= 0,06
Hfc= 0,8

2). Reflejanias:

Techo = 0,8 Blanco
Paredes = 0,20 Ladrillo oscuro
Piso = 0,75 Crema o amarillo claro

3). Ratios de Cavidad:

Razon de cavidad del local a). RCR = 5,39 d). Pw= 0,20
Razon de cavidad del techo b). CCR = 0,20 e). Pcc= 0,75
Razon de cavidad del piso c). FCR = 2,63 f). Pfc= 0,38

4). Luminaria:

Fabricante = NN No Catalogo = RAS - A 240 Distrib. Lumin. =
Cat. Mant. = II Cond. Suc. = Dirty (5) Ciclo Limpieza = 1 año
Relacion espaciamento a altura de montaje o criterio de espaciamento (SMH))= 1,5 / 1,1

5). Lampara:

Tipo = Fluorescente 2x32W Color = Blanco Potencia (w)= 32 Flujo (lumenes) = 3.050
Lamparas por luminaria = 2 Flujo por luminaria = 6.100

6). LLF:

LLD = 0,86 X LDD = 0,87 x RSDD = 0,84 > LLF = 0,63

7). Coeficiente de Utilizacion (CU) =

0,38 x Tabla 4 = 1,018 (CU) Ajustado= 0,4

8). Nivel de Iluminacion Requerido en luxes (Iluminancia) e ---->

500 (de acuerdo a Retie, Capitulo II, articulo 16, Iluminacion)
Oficinas de tipo Graf

9). Cantidad de Luminarias

N= 3,13

10). Cantidad de luminarias = N(real) =

3

Luego, luxes finales: (E)

(E)= 500

11). Area por luminaria (AA) =

2,97

12). Espaciamento aproximado:

a) Para luminarias sueltas =

1,72

b) Para hileras continuas de fluorescentes =

Dimension perpendicular a hileras = $\frac{1,72}{2}$ 0,86

13). Chequeo de espaciamento:

HRC x S/MH =

1,97

Espaciamento maximo

14). Informacion final :

No de Luminarias =	3
Esapciamiento =	1,72
Luxes Finales =	500

HOJA DE CALCULO DE LA ILUMINANCIA EN INTERIORES PLANTA RECOLLANTAS LTDA.

Nombre del Ambiente: ZONA DE VULCANIZADO 1 Cálculo Hecho por: ALEX DELA CRUZ

1). Dimensiones del ambiente:

A=	<input type="text" value="5,00"/>	m	Hr=	<input type="text" value="1,81"/>
L=	<input type="text" value="18,90"/>	m	Hoc=	<input type="text" value="0,6"/>
H=	<input type="text" value="3,21"/>	m	Hfc=	<input type="text" value="0,8"/>
Area=	<input type="text" value="94,50"/>	m ²		

2). Refleancias:

Techo =	<input type="text" value="0,60"/>	Aluminio Mate
Paredes =	<input type="text" value="0,20"/>	Ladrillo oscuro
Piso =	<input type="text" value="0,20"/>	Gris Oscuro

3). Ratios de Cavidad:

Razon de cavidad del local	a). RCR =	<input type="text" value="2,3"/>	d). Pw=	<input type="text" value="0,20"/>
Razon de cavidad del techo	b). CCR =	<input type="text" value="0,76"/>	e). Pcc=	<input type="text" value="0,47"/>
Razon de cavidad del piso	c). FCR =	<input type="text" value="1,01"/>	f). Pfc=	<input type="text" value="0,16"/>

4). Luminaria:

Fabricante =	<input type="text" value="NN"/>	No Catalogo =	<input type="text" value="ISP-240"/>	Distrib. Lumin. =	<input type="text"/>
Cat. Mant. =	<input type="text" value="II"/>	Cond. Suc. =	<input type="text" value="Dirty (5)"/>	Ciclo Limpieza =	<input type="text" value="1 año"/>
Relacion espaciamiento a altura de montaje o criterio de espaciamiento (S/MH) =					<input type="text" value="1,3"/>

5). Lampara:

Tipo =	<input type="text" value="Fluorescente 2x32 W"/>	Color =	<input type="text" value="Blanco"/>	Potencia (w) =	<input type="text" value="32"/>	Flujo (lumenes) =	<input type="text" value="3.050"/>
		Lamparas por luminaria =	<input type="text" value="2"/>	Flujo por luminaria =	<input type="text" value="6.100"/>		

6). LLF:

LLD =	<input type="text" value="0,86"/>	X LDD =	<input type="text" value="0,87"/>	X RSDD =	<input type="text" value="0,84"/>	> LLF =	<input type="text" value="0,63"/>
-------	-----------------------------------	---------	-----------------------------------	----------	-----------------------------------	---------	-----------------------------------

7). Coeficiente de Utilización (CU) =

$$0,6 \times \text{Tabla 4} = 0,974 \text{ (CU) Ajustado} = 0,6$$

8). Nivel de Iluminación Requerido en luxes (Iluminancia) e ---->

$$300 \text{ (de acuerdo a Retie, Capítulo II, artículo 16, Iluminación)}$$

Trabajo pesado maquinaria pesada

9). Cantidad de Luminarias

$$N = 12,65$$

10). Cantidad de luminarias = N(real) =

$$13$$

Luego, luxes finales: (E)

$$(E) = 300$$

11). Área por luminaria (AA) =

$$7,47$$

12). Espaciamiento aproximado:

a) Para luminarias sueltas =

$$2,73$$

b) Para hileras continuas de fluorescentes =

$$\frac{\text{Dimensión perpendicular a hileras}}{\text{Número de hileras}} = \frac{2,73}{2} = 1,37$$

13). Chequeo de espaciamento:

$$HRC \times S/MH =$$

$$2,35$$

Espaciamento máximo

14). Información final :

<i>No de Luminarias</i> =	<i>13</i>
<i>Espaciamento</i> =	<i>2,73</i>
<i>Luxes Finales</i> =	<i>300</i>

HOJA DE CALCULO DE LA ILUMINANCIA EN INTERIORES PLANTA RECOLLANTAS LTDA.

Nombre del Ambiente: ZONA DE FABRICACION DE PARCHES Cálculo Hecho por: ALEX DE LA CRUZ

1). Dimensiones del ambiente:

A=	4,60	m	Hr=	1,64
L=	5,20	m	Hco=	0,9
H=	3,34	m	Hfo=	0,8
Area=	23,92	m ²		

2). Refleancias:

Techo =	0,60	Aluminio Mate
Paredes =	0,20	Ladrillo oscuro
Piso =	0,20	Gris Oscuro

3). Ratios de Cavidad:

Razon de cavidad del local	a). RCR =	3,4	d). Pw=	0,20
Razon de cavidad del techo	b). CCR =	1,84	e). Pcc=	0,35
Razon de cavidad del piso	c). FCR =	1,64	f). Pfc=	0,15

4). Luminaria:

Fabricante =	NN	No Catalogo =	ISP-240	Distrib. Lumin. =	
Cat. Mant. =	II	Cond. Suc. =	Dirty (5)	Ciclo Limpieza =	1 año
Relacion espaciamento a altura de montaje o criterio de espaciamento (S/MH) =					1,3

5). Lampara:

Tipo =	Fluorescente 2x32 W	Color =	Blanco	Potencia (w) =	32	Flujo (lumenes) =	3.060
		Lamparas por luminaria =	2	Flujo por luminaria =	6.100		

6). LLF:

LLD =	0,86	X LDD =	0,87	X RSDD =	0,84	> LLF =	0,63
-------	------	---------	------	----------	------	---------	------

7). Coeficiente de Utilizacion (CU) =

	0,62	X Tabla 4 =	1,021	(CU) Ajustado =	0,6
--	------	-------------	-------	-----------------	-----

8). Nivel de Iluminacion Requerido en luxes (Iluminancia) e ----->

300

(de acuerdo a Retie, Capitulo II, articulo 16, Iluminacion)

Trabajo pesado maquinaria pesada

9). Cantidad de Luminarias:

N= 2,96

10). Cantidad de luminarias = N (real) =

3

Luego, luxes finales: (E)

(E) = 300

11). Area por luminaria (AA) =

8,09

12). Espaciamento aproximado:

a) Para luminarias sueltas = 2,84

b) Para hileras continuas de fluorescentes =

Dimension perpendicular a hileras = $\frac{2,84}{2}$ = 1,42

13). Chequeo de espaciamento:

HRC x S/MH =

2,13

Espaciamento maximo

14). Informacion final :

No de Luminarias =	3
Esapciamento =	2,84
Luxes Finales =	300

HOJA DE CALCULO DE LA ILUMINANCIA EN INTERIORES PLANTA RECOLLANTAS LTDA.

Nombre del Ambiente: ALMACEN Cálculo Hecho por: ALEX DE LA CRUZ

1). Dimensiones del ambiente:

A=	<u>4,60</u>	m	H _{ro} =	<u>1,64</u>
L=	<u>5,20</u>	m	H _{co} =	<u>0,9</u>
H=	<u>3,34</u>	m	H _{fo} =	<u>0,8</u>
Area=	<u>23,92</u>	m ²		

2). Reflejancias:

Techo =	<u>0,60</u>	Aluminio Mate
Paredes =	<u>0,20</u>	Ladrillo oscuro
Piso =	<u>0,20</u>	Gris Oscuro

3). Ratios de Cavidad:

Razon de cavidad del local	a). RCR =	<u>3,4</u>	d). P _w =	<u>0,20</u>
Razon de cavidad del techo	b). CCR =	<u>1,84</u>	e). P _{cc} =	<u>0,35</u>
Razon de cavidad del piso	c). FCR =	<u>1,84</u>	f). P _{fc} =	<u>0,15</u>

4). Luminaria:

Fabricante =	<u>NN</u>	No Catalogo =	<u>ISP-240</u>	Distrib. Lumin. =	
Cat. Mant. =	<u>II</u>	Cond. Suc. =	<u>Dirty (5)</u>	Ciclo Limpieza =	<u>1 año</u>
Relacion espaciamento a altura de montaje o criterio de espaciamento (S/MH) =					<u>1,3</u>

5). Lampara:

Tipo =	Fluorescente 2x32 W	Color =	<u>Blanco</u>	Potencia (w) =	<u>32</u>	Flujo (lumenes) =	<u>3.050</u>
		Lamparas por luminaria =	<u>2</u>	Flujo por luminaria =	<u>6.100</u>		

6). LLF:

LLD =	<u>0,86</u>	X LDD =	<u>0,87</u>	x RSDD =	<u>0,84</u>	> LLF =	<u>0,63</u>
-------	-------------	---------	-------------	----------	-------------	---------	-------------

7). Coeficiente de Utilizacion (CU) =

<u>0,62</u> x Tabla 4 =	<u>1,021</u> (CU) Ajustado =	<u>0,6</u>
-------------------------	------------------------------	------------

8). Nivel de Iluminacion Requerido en luxes (Iluminancia) e ----->

<u>200</u>	(de acuerdo a Retie, Capitulo II, articulo 16, Iluminacion) <i>Trabajo pesado maquinaria pesada</i>
------------	--

9). Cantidad de Luminarias:

N= 1,97

10). Cantidad de luminarias = N(real) =

2

Luego, luxes finales: (E)

(E) = 200

11). Area por luminaria (AA) =

12,13

12). Espaciamiento aproximado:

a) Para luminarias sueltas = 3,48

b) Para hileras continuas de fluorescentes =

Dimension perpendicular a hileras = $\frac{3,48}{2}$ = 1,74

13). Chequeo de espaciamento:

HRC x S/MH =

2,13

Espaciamento maximo

14). Informacion final :

No de Luminarias =	2
Esapciamiento =	3,48
Luxes Finales =	200

Anexo C. Paper.

DISEÑO INSTALACIONES ELECTRICAS NUEVA SEDE RECOLLANTAS LTDA

Alexander De La Cruz Quiñones
Código 970286

Universidad autónoma de occidente
Facultad de ingeniería
Alexanderdelacruz@latinmail.com
Cali

El Diseño instalaciones eléctricas nueva sede Recollantas Ltda. consiste en realizar una investigación de las normas establecidas en el código eléctrico colombiano para cumplirlas dentro del diseño además de realizar todos los cálculos requeridos aplicando el conocimiento adquirido en la universidad llevando esto a un plano de instalaciones eléctricas.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa me asignó realizar el proyecto “Diseño instalaciones eléctricas de la nueva sede Recollantas Ltda.” el cual consiste en entregar los planos de las instalaciones eléctricas y para llegar a esto primero tuve que pasar por la recopilación de información, investigación de las normas, cálculos y por ultimo llevar todo a los planos.

1.1. Ubicación.

La empresa dueña de un lote situado en la carrera 3 No 24-48 barrio san Nicolás en Cali-valle con una superficie aproximada de 157.49 m², en el cual se levantará la futura nueva sede,

1.2. Distribución.

Según lo requerido por el gerente de la empresa el arquitecto tuvo en cuenta en el diseño arquitectónico los siguientes espacios, distribuidos en dos pisos como se indica en la tabla No 1.

Tabla No 1. Distribución áreas de trabajo

PRIMER PISO	
Área de Oficinas	Recepción
	Gerencia
	Oficina de Producción 1
	Oficina de Producción 2
	Cocina
	Baño
Área de procesos 1	Zona de Vulcanizado
	Baño
SEGUNDO PISO	
Área de procesos 2	Fabricación de Parches
	Almacén

1.3. información general.

Alimentación: Se tomará la alimentación de la red de Emcali E.S.P como funciona actualmente formada por cuatro conductores (tres fases y neutro), la tensión de servicio es de 120-208 V y 60 Hz. La empresa tiene consumo histórico de energía de 900 Kwh.

Inventario de Equipos: los equipos que se instalarán en las áreas de producción y oficinas son:

- 7 maquinas de Vulcanizado Tip –Top, Cada maquina tiene 2 Planchas de 250 W /220 V.
- 1 Compresor 220 V / Trifásico/ 7HP.
- 2 Struder (Pistola para derretir caucho) / 220V/ 120W.
- 1 Grabador 220V / 120 W.
- 1 motor de 1hp 110v, Raspador.
- 2 Lámparas portátiles 120V /13W.
- 5 Taladros 3/8” 110V.
- 1 Pulidora 110 V.
- 1 maquina de Parches 220v 120W.
- 1 Nevera de dispensador 110 V.
- 1 Aire Acondicionado de empotrar en pared 220 V.
- 1 Computador con impresora 110 V
- 1 Fax. 110 V.
- 1 maquina Eléctrica 110 V.

2. NORMAS

Después de obtener la idea de lo que se quería hacer y tener para la nueva sede se procedió a realizar la investigación de las normas para las cuales este proyecto debía cumplir

Teniendo en cuenta las Normas Técnicas Nacionales para las instalaciones eléctricas, se enumeran a continuación, las especificaciones técnicas necesarias de los componentes para el Sistema Eléctrico de la nueva sede Recollantas Ltda.

2.1. Tableros eléctricos de distribución.

Todos los tableros eléctricos o los paneles de maniobra y control, deben cumplir las siguientes prescripciones, adoptadas de las normas NTC 3475, NTC-3278, NTC-IEC-60439-3 y NTC 2050 Sección 384, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables establecidos en tales normas. (RETIE, Capítulo 2 Requisitos Esenciales, Artículo 17°, Parágrafo 9)

2.2. Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos deben cumplir con las siguientes prescripciones, adoptadas en las normas colombianas dadas en La NTC 2116, NTC-IEC 947-2 y UL 489, comprobables a partir del examen comparativo del producto contra los requisitos específicos aplicables en tales normas (RETIE, Capítulo 2 Requisitos Esenciales, Artículo 17°, Parágrafo 7.2.)

2.3. Sistema de puesta a tierra.

Cuando por requerimientos de una edificación o inmueble existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la figura No. 1

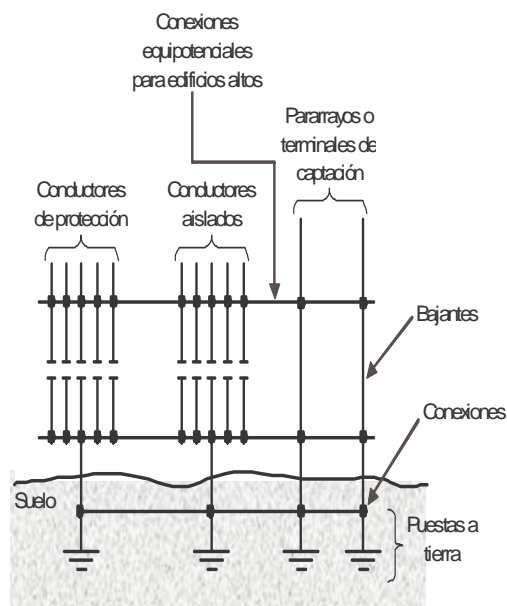


Figura No.1 Sistemas con Puestas a tierra dedicadas e interconectadas.

(RETIE, Capítulo 2 Requisitos Técnicos Esenciales, Artículo 15°; NTC 2050 Sección 250. Puestas a Tierra, Partes A, C, D, E, F Y G)

2.4. Tubería para instalaciones eléctricas.

Las tuberías, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas, deberá cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera actualización. Adicionalmente deben cumplir los siguientes requisitos:

- En inmuebles de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas flexibles deben ir ocultas dentro de cielos rasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.
- No se permite el uso de tubería eléctrica flexible no metálica como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, para tensiones mayores de 600 V y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.
- No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a golpes ni a la luz solar directa.
- No se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas (canaletas no metálicas) en instalaciones ocultas, donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las de la canalización y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.
- En toda instalación bajo piso o en ambientes húmedos, la tubería permitida para dichos usos debe estar protegida contra la corrosión.

(RETIE, Capítulo 2 Requisitos Técnicos Esenciales, Artículo 17°, Parágrafo 11; NTC 2050 Sección 345. Tubo Metálico Rígido (RMC) Partes A y B.; NTC 2050 Sección 346. Tubo Metálico Intermedio (IMC) (Partes A y B)

2.5. Iluminación.

El sistema de iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Teniendo en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial.

Para efectos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE, Capítulo 2, Artículo 16) fue necesario tener en cuenta los siguientes niveles de iluminancia, para este proyecto en particular, adoptados de la Norma ISO 8995. mostrados en la tabla No. 2.

Tabla No. 2 Niveles de Iluminancia

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (Ix)		
	Min.	Med.	Max.
Áreas generales en las construcciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños.	100	150	200
Almacenes, bodegas.	100	150	200
Talleres de ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de Motores y carrocerías de automóviles	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000

En el país, está vigente el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual empezó a regir a partir de mayo del año 2005 (Según Resolución numero 18 0398 de 2004, inclúyase modificación de abril del 2005), y que en su Capítulo II, artículo 16, hace referencia a los diferentes niveles de iluminación, de acuerdo a las actividades que se vayan a realizar en el sitio a iluminar.

2.6. Alambres y cables.

Considerando que para cualquier instalación eléctrica, los conductores son de vital importancia, sin importar el nivel de tensión que estos manejen, se establecen los parámetros relacionados con los conductores (RETIE, CAPITULO 2, Artículo 17).

Así queda por entendido que quien importen, fabriquen, instalen o comercialicen alambres y cables que no cumplan estas prescripciones, infringen el reglamento Técnico. Por lo tanto cuando se especifique un cable o alambre en AWG o Kcmil debe cumplir con los requisitos que aparecen en dicho artículo del RETIE. (Referirse también a la NTC 2050, sección 230, sección 230-430 y sección 310)

NOTA: Todos los conductores se dimensionaron teniendo en cuenta una reserva del 25% y el respectivo derrateo de su capacidad cuando por una canalización pasan mas de 3 Conductores Portadores de Corriente (FASES), (Según Tabla b 310-11 de la NTC2050)

2.7. Interruptores manuales.

Para efectos del cumplimiento del reglamento técnico, los interruptores para propósitos generales, operados manualmente y con tensión nominal no superior a 260 v (entre fases) y una corriente no mayor a 63 A, deben cumplir con las normas adoptadas en la NTC 1337 e IEC.60669-1,

2.8. Clavijas y tomacorrientes.

Dando cumplimiento al presente reglamento técnico, las tomas y clavijas deben cumplir los requisitos adoptados de las normas NTC-1650 e IEC 60884-1,

3. ILUMINACION

Existen dos métodos para realizar los cálculos que nos permiten conocer la cantidad de artefactos, con un determinado número de lámparas, que son necesarios para lograr una especificada iluminación promedio en un ambiente determinado. Es decir, en ambos casos, el resultado de los cálculos es un número que nos indica una cantidad de artefactos con una o más lámparas determinadas. Pero no existe una fórmula matemática que nos indique cuál debe ser la ubicación de los artefactos dentro del espacio a iluminar. La selección de las lámparas, del artefacto y la ubicación de éstos dentro del espacio deberán determinarse por el proyectista. En realidad lo único que existe para ubicar a los artefactos son pautas.

El utilizado para este caso fue es de las IES, también conocido como el de las Cavidades Zonales

Para realizar estos cálculos se elaboro una hoja de cálculo en Excel el cual nos arrojó los datos mostrados en la Tabla No. 3 a continuación.

Tabla No. 3 Datos Iluminación

OFICINA DE GERENCIA	
No de Luminarias	3
Espaciamento	1,72
Luxes Finales	500
AREA DE PROCESOS 1 ZONA DE VULCANIZADO	
No de Luminarias	13
Espaciamento	2,73
Luxes Finales	300
AREA DE PROCESOS 2 FABRICACION DE PARCHES	
No de Luminarias	3
Espaciamento	2,84
Luxes Finales	300
ALMACEN	
No de Luminarias	2
Espaciamento	3,48
Luxes Finales	200

4. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)

La finalidad del sistema de puesta a tierra es el de proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por sobre tensión y mejorar la efectividad de las protecciones eléctricas, al proporcionar una adecuada conducción de la corriente de falla a tierra.

Con un valor mínimo de resistencia entre la tierra y el neutro, se asegura una correcta operación de las protecciones y se limita el voltaje a tierra que puede aparecer entre las fases no falladas cuando ocurre un fallo a tierra.

Se debe instalar una malla de puesta a tierra tipo cuadrículo antes de fundir la placa del piso

La malla de puesta a tierra será calculada de acuerdo al procedimiento establecido en la Norma 80 de IEEE última revisión

La resistencia del electrodo de puesta a tierra debe ser menor de 25 ohmios (Norma ICONTEC 2050 Sección 250-84).

Se elaboro una hoja de calculo para la maya tierra y los datos obtenidos se pueden observar en la Tabla No. 4 a continuación.

Tabla No. 4 Datos de cálculo malla tierra

DATOS		
Tipo de uniones	Soldada	Pernada
KA de corto circuito	10	10
Corriente de falla (A)	25000	25000
SELECCION DEL CONDUCTOR		
Calibre conductor seleccionado	4/0 AWG	500 MCM
AREA DISPONIBLE		
Largo (m)	5	5
Ancho (m)	5	5
LONGITUD OPTIMA DE LA MALLA		
Separación inicial cables en cuadrícula(m)	0,4	1
Separación real cables en cuadrícula(m)	1,25	1
Longitud optima de la malla (m)	12,61836	18,25464
LONGITUD REAL DE LA MALLA A CONSTRUIR		
Numero de varillas	6	8
Longitud de cada varilla	1,8	2,4
Longitud de las colas (m)	25	65
RESISTENCIA DE LA MALLA		
Valor máx. de resistencia de la malla	10	5
Resistencia de la malla	5,01389	4,77788
VOLTAJE DE PASO		
Voltaje de paso (V) , calculado	2772,229	6362,159
Voltaje de paso tolerable (V)	14375,48	10006,98
VOLTAJE DE TOQUE		
Voltaje de toque (V) , calculado	554,2784	477,1118
Voltaje de toque tolerable (V)	3768,879	2588,011

5. TRANSFERENCIA ELECTRICA

Las transferencias son equipos que hacen el cambio de la energía suministrada por la red pública, cuando esta falla, a la energía suministrada por una planta eléctrica de emergencia.

5.1. Selección de La Transferencia.

Para este caso en particular, donde la corriente promedio del Tablero principal es de 64, 88 A (Ver Cuadro de Cargas), la Transferencia que se ajustaría a las necesidades de Recollantas es el Modelo ITA 63 a 200 y la planta de emergencia deberá tener una capacidad de 25 KVA a 208 Vac

Las transferencias son fabricadas con contactores de las siguientes capacidades: desde 28 hasta 1000 amperios clase AC1. Con interruptores se fabrican desde 100 hasta 1600 Amperios.

Tabla No. 5 Dimensiones de las transferencias

DIMENSIONES			
Modelos	Alto (mm)	Ancho (mm)	Fondo (mm)
ITA 28 a 45 A	600	400	200
ITA 63 a 200 A	700	500	300
ITA 230 a 300 A	900	700	300
ITA 350 a 1000 A	1200	800	350

6. CARGAS POR EQUIPOS

Se realizo el inventario de los equipos de la empresa y se tomaron sus características eléctricas para realizar la tabla No. 6 mostrada a continuación.

Tabla No. 6 Cargas por equipos

CARGAS POR EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT	V	A	P (Kw.)	P Total (Kw.)
Maquina vulcanizadora Tip Top	7	220	1,61	0,50	3,50
Compresor de 7 HP	1	220	15,93	5,22	5,22
Struder (Pistola)	2	220	0,39	0,12	0,24
Grabador	1	220	0,39	0,12	0,12
Raspador	1	110	6,78	0,75	0,75
Lámpara Portátil	2	120	1,18	0,13	0,26
Taladro de 3/8"	5	110	3,00	0,33	1,65
Pulidora	1	110	5,00	0,55	0,55
Esmeril	1	115	1,62	0,19	0,19
Maquina de parches	1	220	0,39	0,12	0,12
Nevera con Dispensador de agua	1	110	7,27	0,80	0,80
Aire Acondicionado	1	110	20,00	2,20	2,20
Computador con impresora	1	110	10,00	1,10	1,10
Fax	1	110	1,09	0,12	0,12
Maquina Eléctrica	1	110	1,09	0,12	0,12
TOTAL					16,93

7. CONCLUSIONES

El proyecto Diseño instalaciones eléctricas nueva sede Recollantas Ltda. Llevara al mejoramiento y progreso de la empresa además de poder brindarle a sus clientes y trabajadores un lugar más amplio y con unas instalaciones adecuadas para el trabajo, con el diseño eléctrico que se llevo a cabo se podrán corregir algunas de las faltas que se tienen en este momento en la parte eléctrica e iluminación de la empresa haciendo del trabajo una labor mas cómoda y eficiente

RECONOCIMIENTOS

Al arquitecto Luis Alfredo Mora quien realizo el diseño estructural y sobre el cual se trabajo para realizar el diseño de las instalaciones eléctricas, junto con el Gerente de la empresa Ingeniero mecánico Álvaro Alfredo Pantoja Olave, quien decidió donde se encontraran las maquinas, al director empresarial Ingeniero eléctrico Héctor German Pantoja Olave quien dio las directrices, orientación e ideas del diseño y al director académico Ingeniero eléctrico adscrito al departamento de Energética y Mecánica Henry Maya Salamanca quien oriento el proyecto hacia la mejor práctica y presentación.

REFERENCIAS

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION, Código Eléctrico Colombiano. Primera Actualización. Santa Fe de Bogotá D.C: ICONTEC, 2000. 955 p. NTC 2050.

Iluminaciones Técnicas. Santiago de Cali, 2002. Un folleto.

Lámparas Silvana. Santa Fe de Bogotá D.C, 2000. Un folleto.

Manual De Iluminación. Lima: Editorial Monterrico, 1994. 405 p.

Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas. Santa Fe de Bogotá D.C: RETIE, 2004. 119 p.

Tableros Y Tacos Eléctricos Home Line. Santa Fe de Bogota D.C: Schneider Electric, 2000. Un folleto.

Transferencias Eléctricas. Santiago de Cali: Velásquez Ltda., 2005. Un folleto.

ANEXOS

Para obtener los planos del diseño de las instalaciones eléctricas, los cuadros de cargas y cantidades de obra referirse al trabajo **DISEÑO INSTALACIONES ELECTRICAS NUEVA SEDE RECOLLANTAS LTDA** en las paginas del 63 al 71.